

タイを中心とした日本及びASEAN諸国間における貨物流動量の把握及びパレットプールシステムの導入に関する研究

著者	増田 匡治
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2015
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001266/

修士学位論文

タイを中心とした日本及び ASEAN 諸国間 における貨物流動量の把握及び パレットプールシステムの導入 に関する研究

平成 27 年度

(2016 年 3 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海運ロジスティクス専攻

増田 匡治

目次

1.	序論	1
1.1	研究背景	1
1.2	既存研究	2
1.3	研究目的	3
2.	研究対象	4
2.1	日本の貨物需要の減少	4
2.2	日系企業における海外展開及び ASEAN 地域の重要性	6
2.3	世界銀行における LPI 評価及びロジスティクスの効率化	9
2.4	対象とする地域と標準化	11
3.	日本及び ASEAN 諸国における貨物流動量の現状	12
3.1	HS コードの概要	12
3.2	対象とするパレットに積載可能な HS コードの設定	13
3.3	HS コード全体の貨物流動量	14
3.4	HS コード別の貨物流動量	17
4.	物流効率化におけるロジスティクスコスト削減方法の検討及び選択	26
4.1	物流効率化におけるロジスティクスコスト削減方法の検討項目の一覧	26
4.2	一貫パレチゼーションの概要	26
4.3	パレットプールシステムの概要と必要性	27
5.	パレットプールシステムの導入における定式化	29
5.1	定式化の概要	29
5.2	事業利益最大化における定式化	30
5.2.1	パレットプールシステムにおける利益	30
5.2.2	パレットプールシステムの収入	31
5.2.3	パレットプールシステムの支出	31
5.3	制約条件	33
6.	定式化における前提条件及びデータ	34
6.1	前提条件	34
6.2	算出に用いるデータ	35
7.	パレットプールシステムの導入における検討結果	41
7.1	パレット積載可能な 34 品目におけるパレットプールシステムの検討結果	41
7.2	肥料におけるパレットプールシステムの検討結果	45
7.3	パレットプールシステムの導入国の決定に関する検討結果	49
7.4	パレットプールシステムの事業利益に影響を与える項目の検討	50
8.	結論	53
8.1	まとめ	53
8.2	今後の課題	53
	謝辞	55
	参考文献	56

1. 序論

1.1 研究背景

国土交通省により 5 年ごとに行われている全国貨物純流動調査から、日本における出荷産業別の年間出荷量の推移が分かる。1985 年のプラザ合意以降の円高による産業の空洞化が進み、年間貨物出荷量は 1970 年から 1990 年まで増加傾向を示していたものの、1990 年以降は減少傾向を示し、2010 年では 1990 年比で約 28.3% の減少を示している。また、鉱業・製造業・卸売業・倉庫業の産業別に年間の出荷量をみても 2010 年は 2005 年比で減少している⁽¹⁾。

厚生労働省より、日本の人口は近年減少傾向にあり、2060 年には 9000 万人を割り込む推測がされている。また、若年層の減少及び高齢者の増加により高齢化社会となることが予測されている⁽²⁾。

日本の貨物出荷量や人口の減少、高齢化社会の背景から、消費が減少すると考えられており、海外への注目が高まっている。

一般社団法人日本貿易会より、日系企業の製造業における海外設備投資額は、2004 年以降国内設備投資額を上回っている⁽³⁾。それだけでなく、日本総合研究所の調査より、ASEAN での売上高の増加、アジアでの売上経常利益率の増加が見て取れる⁽⁴⁾。

また、ASEAN 諸国においても、日本の貿易相手国の上位 10 カ国では 2001 年以降常時タイが 10 カ国以内に入っており⁽⁵⁾、さらに日系企業が中期的に有望な事業展開先としてもタイが常時挙げられている⁽⁶⁾。

したがって、ASEAN 諸国において、特にタイを中心とする ASEAN 諸国に注目することが重要であると考えられる。

しかしながら、世界銀行におけるロジスティクスの効率化の評価指標である、LPI 評価 (Logistics Performance Index) より、ASEAN 諸国においてはシンガポールを除き、日本の 10 位を大きく下回り、ロジスティクスの効率化が課題となっている⁽⁷⁾。

また、タイをはじめとする ASEAN 諸国において人件費が近年増加しており⁽⁸⁾、ロジスティクスの効率化においても、ロジスティクスの標準化を図ることが必要不可欠であると考えられる。

以上より、本研究では、タイを中心とする ASEAN 諸国においてロジスティクスの標準化を検討することが必要である。

1.2 既存研究

一貫パレチゼーションに関する研究では、斎藤・久保（1996 年）の「パレタイズ貨物の荷崩れ防止対策に関する基礎的研究」⁽⁹⁾、松山（2003 年）の「パレットレンタルシステムにおけるデポの運営改善に関する研究」⁽¹⁰⁾、松山（2004 年）「パレットレンタルシステムにおける輸送ネットワーク形態の特徴に関する研究」⁽¹¹⁾、青島（2005 年）の「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」⁽¹²⁾、加納（2013 年）の「メーカーと小売業との商取引の見直しによる一貫パレチゼーションの導入効果に関する研究」⁽¹³⁾が挙げられる。

斎藤・久保（1996 年）の研究では、段積みされたパレタイズ貨物の荷崩れ防止対策の検討及びその結果を定量的に評価するための基礎的な研究の一部として、振動試験機によるパレタイズ貨物の荷崩れ実験を行った。この実験から荷崩れ特性に及ぼすいくつかの影響項目を列挙しながら荷崩れ防止対策の効果に関する評価を試みた。また、荷崩れへ至る個々の貨物の挙動をみて、効果的な新しい荷崩れ防止対策を考える際の基礎資料とすることを目的としている⁽⁹⁾。

松山（2003 年）の研究では、一貫パレチゼーションを中心としたユニットロード化の促進とパレットレンタルシステムの運営改善によるパレットの利用促進を目的としている。パレットレンタルシステムにおけるデポの現地調査から改善すべき問題点の抽出ならびに改善のための計画支援ツールの開発を行っている。また、計画支援ツールを用いてデポの運営改善策を行い、計画支援ツールの有効性について確認を行っている⁽¹⁰⁾。

松山（2004 年）の研究では、ユニットロード化の阻害要因を取り除くための対策としてパレットプールシステムを取り上げ、パレットレンタルシステムの運営改善のための立地計画モデルを構築している。立地計画モデルより、施設の立地の見直しに対する支援を行い、パレットレンタルシステムの立地に影響を与える特性（因子）を明らかにした⁽¹¹⁾。

青島（2005 年）の研究では、パレットレンタルシステムの推進のため、レンタル会社のデポの運営費を対象として、パレット品質・リードタイム・拠点集約の 3 点から在庫費用低減のための検討を行い、パレット料金の低減かに向けた改善策を示すことを目的としている。研究結果より、パレットの品質標準化による在庫費用削減の検討、パレットの乾燥時間短縮による費用削減効果による検討、パレットレンタルデポの拠点集約による費用削減効果による検討が行われた⁽¹²⁾。

加納（2013 年）の研究では、商取引における製品の取引の大口化に伴う改善効果について、物流費用や CO₂排出量・製品鮮度等の視点から検証を行っている。対象とする一貫パレチゼーションにおいて、対象とする流通パターン・実施のための条件・実施した際に得られる改善効果について示した後、一貫パレチゼーションの実施により得られる改善効果の算出及び分析方法について示した。そして、商取引の実事例を元に、一貫パレチゼーションの実施により得られる改善効果の算出及び分析を行った⁽¹³⁾。

以上より、パレットに関する研究として、積載環境やパレット・製品在庫の管理に関する研究は行われているが、国際輸送におけるパレットの研究は行われていない。従って、本研究では国際輸送におけるパレットの導入に関する検討を行うこととする。

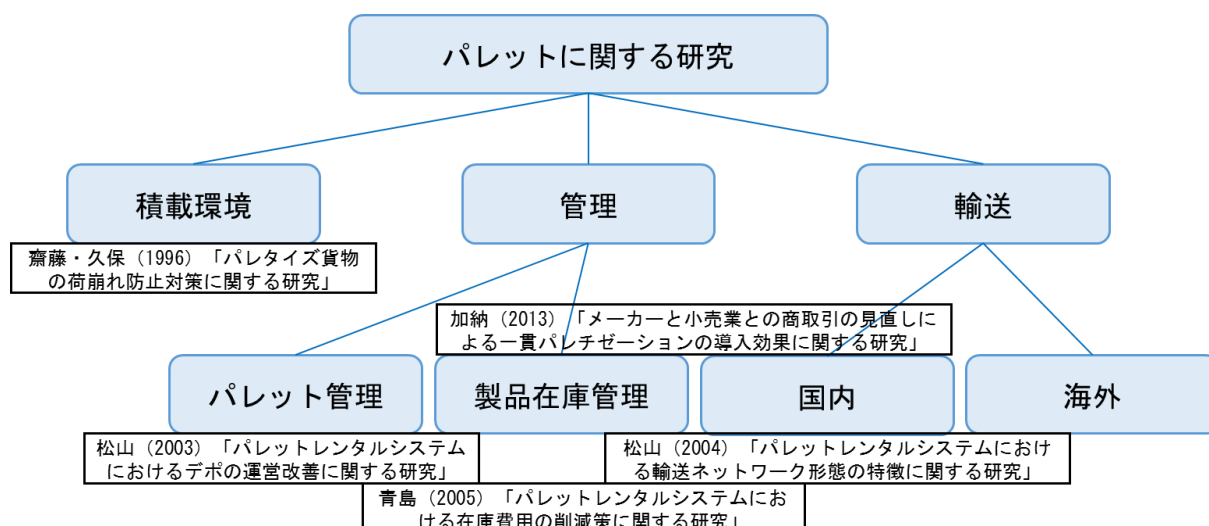


図 1.1 パレットに関する既存研究

1.3 研究目的

近年日本では人口が減少し高齢化社会が進行している。日系企業では円高の影響や製造コスト削減の観点から海外への注目が高まっており、2004 年以降の海外設備投資額が国内設備投資額を上回っている。さらに ASEAN での売上高の急増、アジアでの売上経常利益率が増加している。このことより、日本の産業における空洞化が進行していると考えられ、海外への注目度が高まる中で、日本の貿易相手国及び日系企業の中期的に有望な事業展開先としてタイを中心とする ASEAN 諸国が重要となっている。しかし、ASEAN 諸国の LPI 評価が低いことや人件費高騰から、ロジスティクスの効率化が課題となっている。ロジスティクスの効率化を図る一つの方法として「一貫パレチゼーション」がある。

本研究では、ASEAN における一貫パレチゼーションによるパレットプールシステムの導入に向けて、タイを中心とする ASEAN 諸国及び日本における貨物流動量を把握し、パレットプールシステムの実現可能性について検討する。また、日本及び ASEAN 諸国間における貨物流動に基づき、パレットプールシステムの運用において事業利益最大となるよう、空パレットの回送を含めたレンタルパレットの循環を明らかにし、パレットプールシステムにおける各国間のパレット流動量及び全体でのパレット保有枚数を明らかにすることを目的とする。

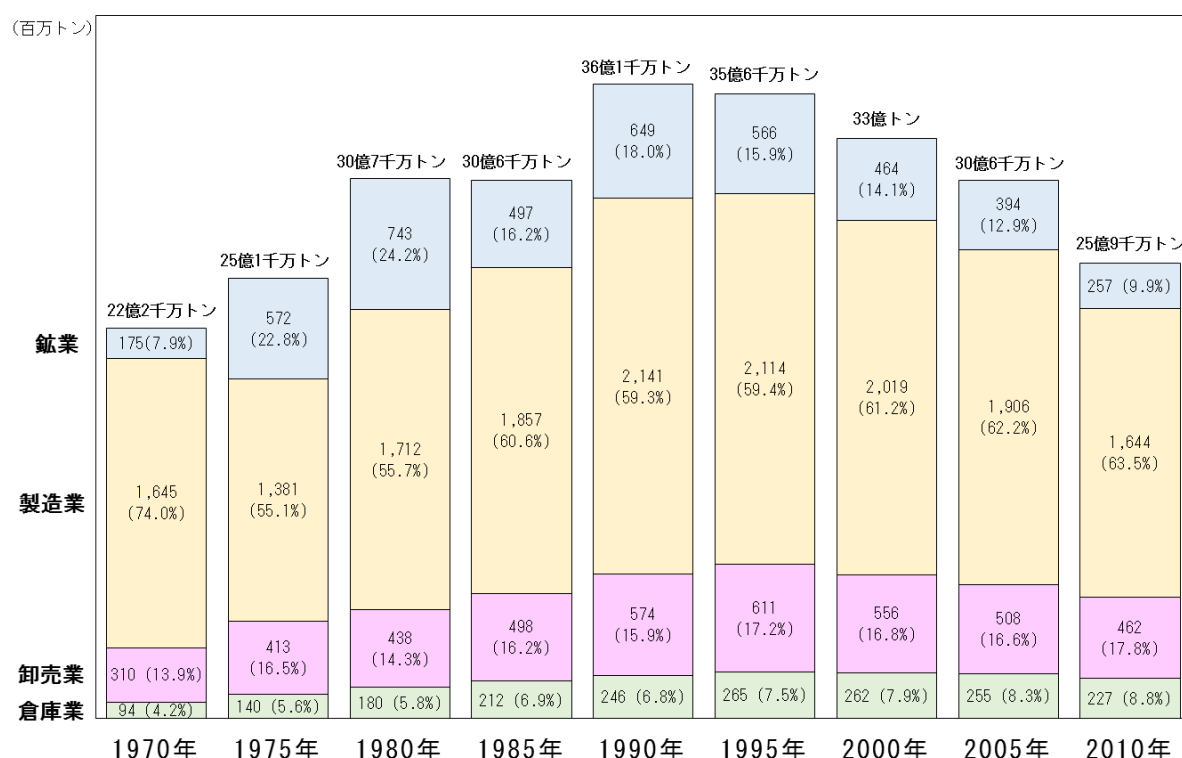
2. 研究対象

2.1 日本の貨物需要の減少

国土交通省における全国貨物純流動調査より、1970年から2010年まで5年ごとの出荷産業別の年間出荷量の推移を図2.1に示す。

図2.1より、全体の年間出荷量を見ると、1990年が最も多く36億1千万トンである。1970年から1990年にかけて年間の出荷量は増加傾向であるが、1990年以降は減少傾向となっており、2010年では1990年比で約28.3%、2005年比で約15.4%も減少していることが分かる。また、2005年と比較すると、2010年では4産業全てで出荷量が減少していることが分かる。

出荷産業別にみると、製造業が最も多い割合を占めており、次いで卸売業・鉱業・倉庫業の順に出荷量が多くなっていることが分かる。



(出所) 国土交通省「第9回2010年調査 全国貨物純流動調査の結果概要」⁽¹⁾より作成

図2.1 出荷産業別年間出荷量の推移

次に、1950年から2055年までの日本の人口の推計を図2.2に示す。

図2.2より、日本の人口数を見ると1950年から1990年まで全体で増加し、近年は横ばいにあることが分かる。その中で「14歳以下人口」と「65歳以上人口」を見ると、「14歳以下人口」は近年減少傾向を示す一方で、「65歳以上人口」は増加傾向を示すことが分かる。

また、平成24年度推計値による日本の人口の将来予測では、若年層の減少及び高齢化が進むだけでなく、日本全体の人口数も減少すると予測され、2060年には9000万人を割り込むと推測されている。

このことより、将来日本の人口は減少するだけでなく、高齢化が進むことが推測される。

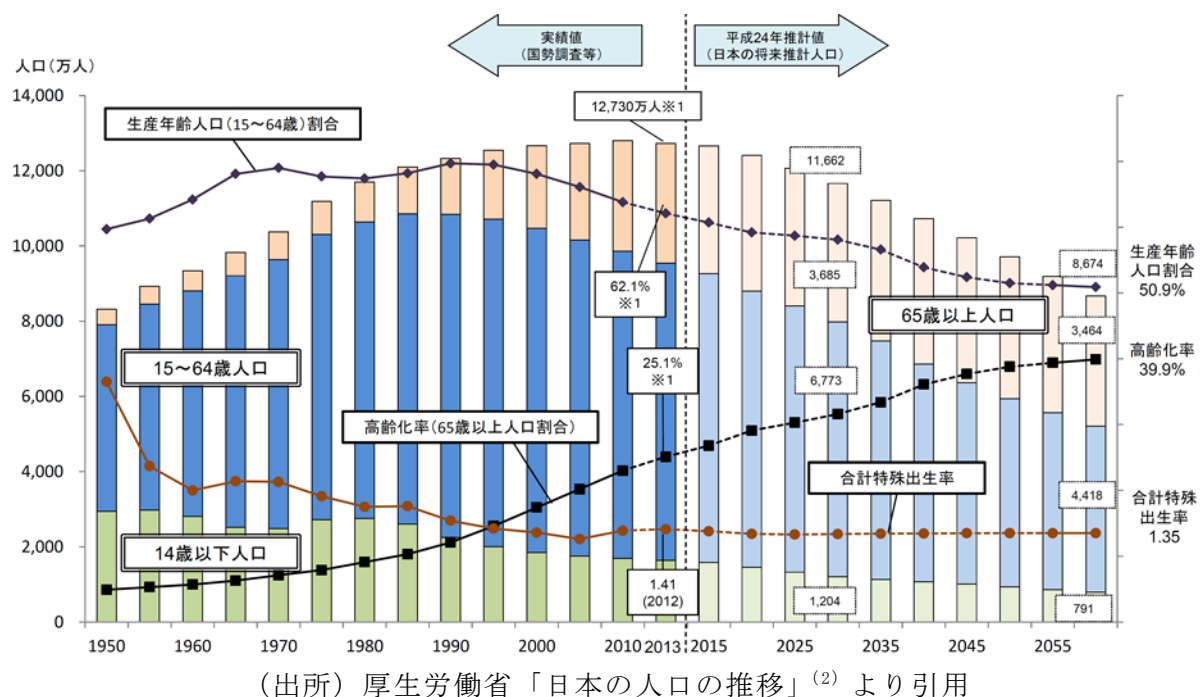


図 2.2 日本の人口の年推移

図 2.1 より、貨物出荷量が 1990 年以降減少傾向を示していること、そして産業別にみても出荷量が減少していることが分かった。

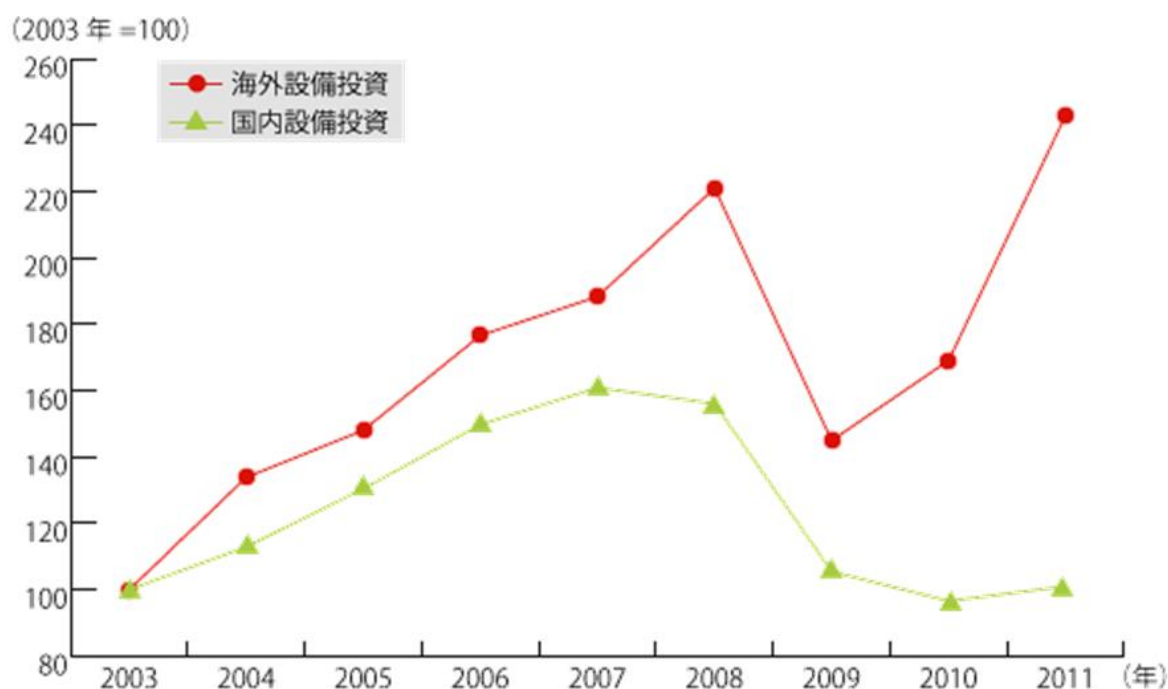
また、図 2.2 より、日本の人口数は近年横ばい傾向であり、さらに 2022 年に向けて日本の総人口は減少し、2060 年には 9000 万人を割り込む推測となっている。そして、年齢別にみても、14 歳以下の人口及び 15～64 歳の人口が 2060 年に向けて減少していく推測の一方で、65 歳以上の人口は増加していくとみられている。よって、日本は 2060 年に向け高齢化社会となっていくと推測される。

したがって、日本の貨物集荷量の減少及び日本の総人口の減少、高齢化社会の観点から、日本における貨物需要には限界があり、需要増加が見込めないと考えられる。

2.2 日系企業における海外展開及び ASEAN 地域の重要性

日系企業製造業における 2003 年から 2011 年の海外設備投資の年推移を図 2.3 に示す。

図 2.3 より、日系企業の製造業における海外設備投資は 2003 年に比べると 2011 年では約 2.5 倍の数値を示し、年々海外への設備投資が増加していることが分かる。一方で、国内設備投資を見ると、2007 年以降減少傾向を示し、2010 年には 2003 年の数値を下回っていることが分かる。



(出所) 一般社団法人日本貿易会「日本貿易の現状と課題」⁽³⁾ より引用

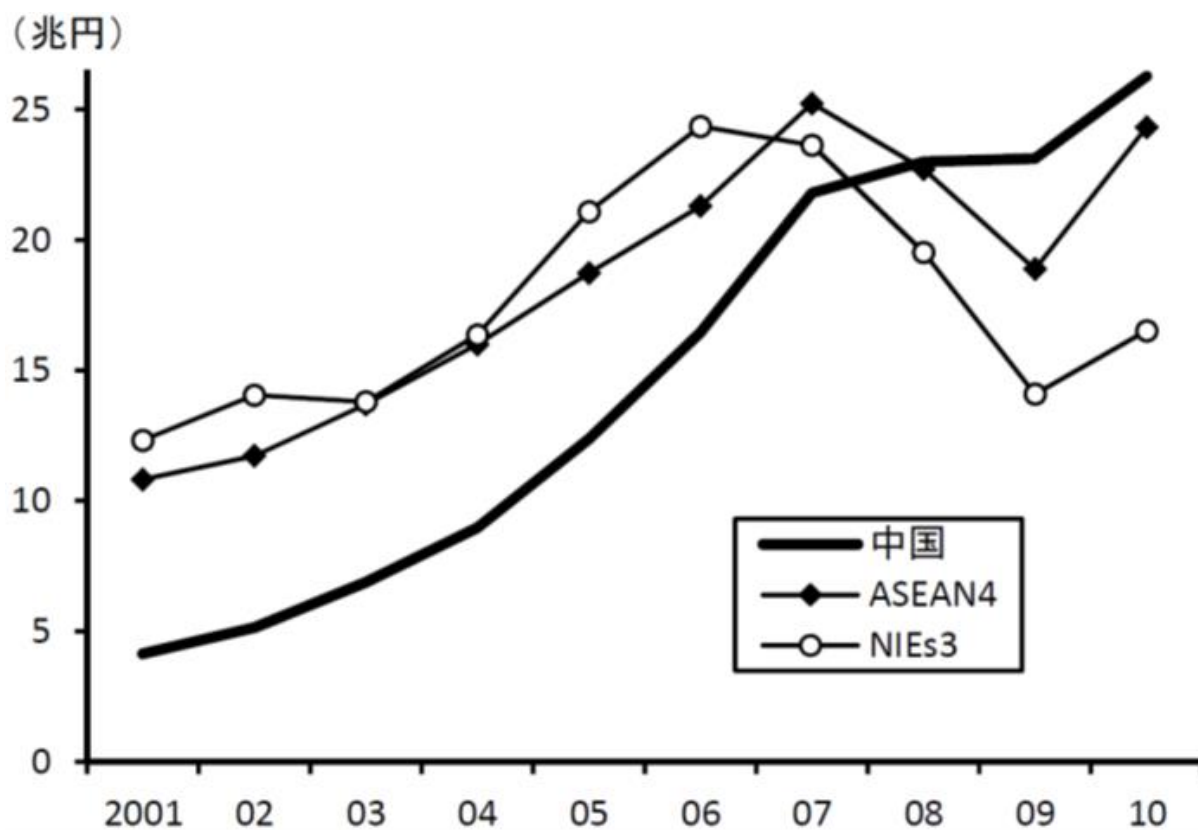
図 2.3 日系企業製造業における海外設備投資の年推移

また、日系企業における 2001 年から 2010 年のアジア進出企業の売上高の年推移を図 2.4、2001 年から 2011 年における活動地域別の売上経常利益率の年推移を図 2.5 に示す。

図 2.4 より、中国・ASEAN4・NIEs3 の全てにおいて 2001 年より売上高が増加傾向にあることが分かる。ASEAN4 において、2010 年の売上高は 2001 年比で約 4.8 倍に増加している。2008 年以降、中国が最も多い売上高となっているが、次いで ASEAN4 の売上高が高いことが分かる。

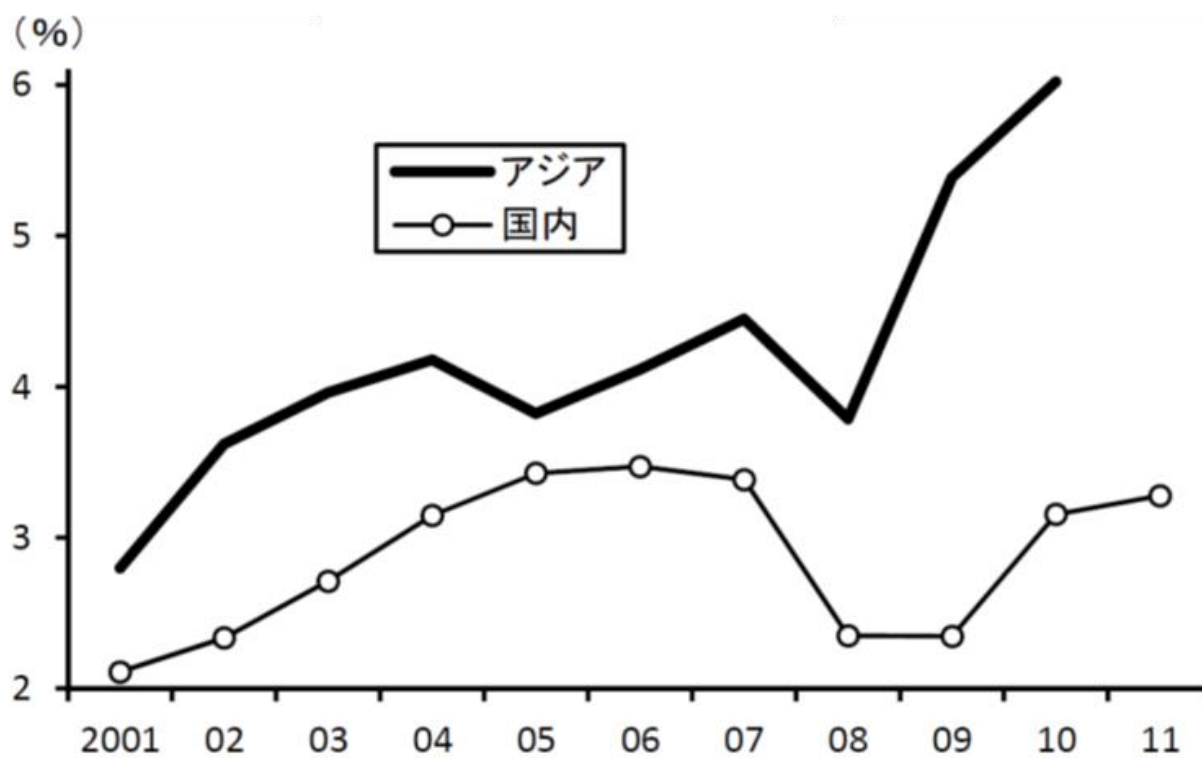
図 2.5 より、アジアにおける売上経常利益率が大きく増加しており、2010 年では 2001 年比で約 3% 増加している。一方で、国内における売上経常利益率は、2006 年頃が最大でそれ以降は減少または横ばいの傾向を示している。

図 2.3～図 2.5 より今後海外への投資が大きくなり、売上高及び売上経常利益率についても海外、特にアジアにおける割合が大きくなってくると考えられる。



(出所) 日本総合研究所「改善進むアジア進出企業の収益構造」⁽⁴⁾ より引用

図 2.4 アジア進出企業の売上高の年推移



(出所) 日本総合研究所「改善進むアジア進出企業の収益構造」⁽⁴⁾ より引用

図 2.5 日系企業の活動地域別の売上経常利益率の年推移

次に、2001 年から 2013 年における日本の貿易相手国の上位 10 カ国の年推移を表 2.1 に示す。

表 2.1 より、ASEAN 加盟国では、タイやインドネシア、マレーシアが上位 10 カ国に入っており、ASEAN は日本にとって重要な貿易相手国であることが分かる。

また、その ASEAN 加盟国の中でも、タイは過去 10 年以上にわたり、日本の貿易相手国の上位 10 カ国に常時入っている。このことより、日本と ASEAN の貿易にとってタイは特に重要な貿易相手国であり、日本にとってタイは ASEAN の中心となることが分かる。

表 2.1 日本における貿易相手国上位 10 カ国の年推移

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
1位	米国	米国	米国	米国	米国	米国	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国
2位	中国	中国	中国	中国	中国	中国	米国	米国	米国	米国	米国	米国	米国
3位	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国	韓国
4位	台湾	台湾	台湾	台湾	台湾	台湾	台湾	台湾	台湾	台湾	オーストラリア	オーストラリア	オーストラリア
5位	ドイツ	香港	香港	香港	タイ	サウジアラビア	オーストラリア	オーストラリア	オーストラリア	オーストラリア	台湾	台湾	台湾
6位	香港	ドイツ	ドイツ	ドイツ	香港	オーストラリア	タイ	サウジアラビア	タイ	タイ	タイ	タイ	タイ
7位	マレーシア	タイ	タイ	タイ	オーストラリア	タイ	ドイツ	アラブ首長国連邦	サウジアラビア	インドネシア	サウジアラビア	サウジアラビア	サウジアラビア
8位	タイ	オーストラリア	オーストラリア	オーストラリア	ドイツ	ドイツ	サウジアラビア	タイ	ドイツ	香港	インドネシア	アラブ首長国連邦	アラブ首長国連邦
9位	オーストラリア	マレーシア	マレーシア	インドネシア	サウジアラビア	香港	アラブ首長国連邦	インドネシア	香港	サウジアラビア	アラブ首長国連邦	インドネシア	インドネシア
10位	インドネシア	インドネシア	インドネシア	マレーシア	アラブ首長国連邦	アラブ首長国連邦	香港	ドイツ	インドネシア	マレーシア	マレーシア	マレーシア	マレーシア

(出所) 財務省関税局「貿易相手国上位 10 カ国の推移(輸出入総額：年ベース)」⁽⁵⁾ より作成

2001 年から 2013 年における日系企業が考える中期的に有望な事業展開先を表 2.2 に示す。

表 2.2 は、国際協力銀行が日本企業に対して毎年実施している海外直接投資アンケートであり、タイは過去 10 年以上にわたり、中期的に有望な事業展開先の上位 5 カ国にランクインしている。また、ASEAN 加盟国であるベトナムやインドネシアも上位 5 カ国にランクインしている。

表 2.2 日本企業が考える中期的に有望な事業展開先

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
1位	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国	インドネシア
2位	アメリカ	タイ	タイ	タイ	インド	インド	インド	インド	インド	インド	インド	インド	インド
3位	タイ	アメリカ	アメリカ	インド	タイ	ベトナム	ベトナム	ベトナム	ベトナム	ベトナム	タイ	インドネシア	タイ
4位	インドネシア	インドネシア	ベトナム	ベトナム	ベトナム	タイ	タイ	ロシア	タイ	タイ	ベトナム	タイ	中国
5位	インド	ベトナム	インド	アメリカ	アメリカ	アメリカ	ロシア	タイ	ロシア	ブラジル	ロシア	ベトナム	ベトナム

(出所) 国際協力銀行「わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査報告」⁽⁶⁾ より作成

以上のことより、日系企業の海外設備投資が年々増加していること、2001 年から 2010 年にかけて日系企業における ASEAN の売上高が増加していること、2001 年から 2011 年にかけて売上高経常利益率が増加していることの 3 つより、日系企業において海外進出は非常に重要となっており、その中でも ASEAN に注目する必要があることが分かる。

そして、日本にとって貿易相手国として ASEAN、特にタイは非常に重要な貿易相手であり、かつ、タイは日系企業にとって今後の事業展開先として注目されていることが分かる。したがって、タイを中心とする ASEAN は今後日本にとって重要な地域であると考えられることができる。

2.3 世界銀行における LPI 評価及びロジスティクスの効率化

世界銀行における日本と ASEAN 諸国の LPI 評価⁽⁷⁾を表 2.3 に示す。

LPI 評価とは、Logistics Performance Index の略であり、下記の項目を総合的に評価し世界 160 カ国を対象としたランク付けをしたものである。

- ・税関の効率と国境管理のクリアランス
- ・貿易や輸送インフラの品質
- ・価格競争力の出荷（出荷の配置の容易さ等）
- ・物流サービスの能力、物流サービスの品質
- ・貨物（トラッキングとトレース）を追跡する能力
- ・出荷スケジュールまたは荷受に到着する頻度納期（適時性）

表 2.3 より、日本の LPI 評価は 10 位に対し、ASEAN 諸国の LPI 評価はシンガポールが 5 位であるが、マレーシアの 25 位からミャンマーの 145 位までと低い評価となっていることが分かる。このことより、ASEAN 諸国において LPI 評価を上げるために、ロジスティクスの効率化が課題となっている。ロジスティクスの効率化においてロジスティクスの標準化が必要不可欠であり、ロジスティクスの標準化に向けた取り組みが必要となると考えられる。

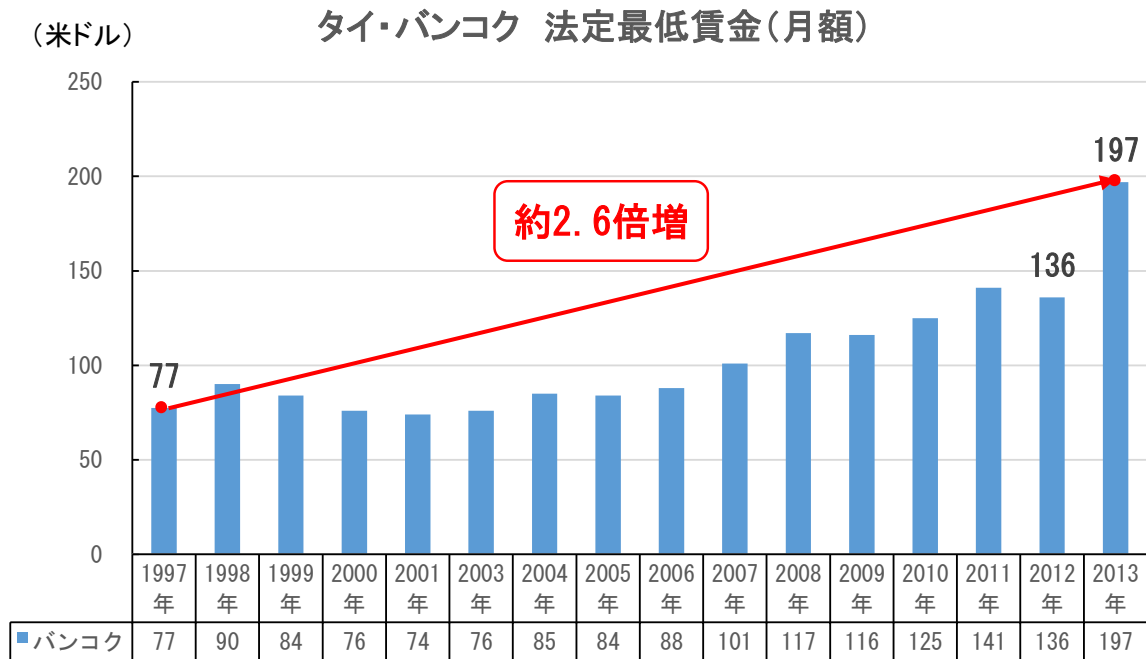
表 2.3 世界銀行における日本及び ASEAN 諸国の LPI 評価（2014 年）

Rank	Country	Score	% of highest performer
5	Singapore	4.00	96.2
10	Japan	3.91	93.4
25	Malaysia	3.59	83.0
35	Thailand	3.43	77.8
48	Vietnam	3.15	69.0
53	Indonesia	3.08	66.7
57	Philippines	3.00	64.2
83	Cambodia	2.74	55.8
131	Laos	2.39	44.5
145	Myanmar	2.25	40.0

（出所）THE WORLD BANK Logistics Performance Index 「LPI Report」⁽⁷⁾ より作成

次に 1997 年から 2013 年までのタイ（バンコク）における月額法定最低賃金の年推移を図 2.6 に示す。

図 2.6 より、タイ（バンコク）では、法定最低賃金が 1997 年から 2013 年 1 月まで約 2.6 倍に増加していることが分かる。これは、各地でばらつきがあった最低賃金を 2012 年 4 月及び 2013 年 1 月の 2 回に分けて引き上げ、タイ全国一律日額 300 バーツ（月額約 197 ドル）（約 45%増）に統一したことが影響している。この結果、2013 年 1 月時点のタイ（バンコク）の月額法定最低賃金は、ベトナムのハノイ、ホーチミン（113 ドル）の約 1.7 倍となり、中国の北京（223 ドル）、上海（231 ドル）等の大都市に迫る水準となった⁽⁸⁾。



(出所) 日本貿易振興機構（ジェトロ）海外調査部「第1回～第23回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較」⁽⁸⁾ より作成

図 2.6 タイ（バンコク）の月額法定最低賃金の推移（1997年～2013年）

LPI 評価が ASEAN 諸国において低い順位となっていること、そして人件費が高騰していることから、ASEAN 諸国に日系企業が進出するにあたり、物流効率化が必要不可欠となることが考えられる。

2.4 対象とする地域と標準化

日本における貨物需要の減少、日系企業における海外設備投資の増加などから、海外への注目が高まり、海外へ進出することが重要となっている。さらに、海外の中でも、ASEAN での売上高の増加や、日本の貿易相手国の上位 10 カ国、中長期的に有望な事業展開先として毎年タイが挙げられていることから、タイを中心とする ASEAN 諸国及び日本に注目する必要がある。

また、世界銀行の LPI 評価が低く、物流効率化が課題となっており、物流効率化を図る上でロジスティクスの標準化を行うことが重要である。

したがって、本研究では、タイを中心とする ASEAN 諸国及び日本を対象国とする。

また、パレットに積載可能な貨物（HS コード）として 36 品目を設定し、36 品目の内、飲料（第 22 類）及び肥料（第 31 類）を除く 34 品目、そして肥料（第 31 類）の 2 種類に貨物を分けて貨物流動量の現状把握を行う。

対象範囲として、ASEAN 諸国及び日本の 11 カ国によるパレットプールシステムを対象とし、デポにおけるパレット整備から始まり、デポから輸出企業への配送、輸出企業から他国の輸入企業への輸送、輸入企業からデポへの集荷を対象範囲とする。また、パレットプールシステムの導入の観点から、パレットプールシステムの収入及び支出を本研究の対象とする。

3. 日本及び ASEAN 諸国における貨物流動量の現状

3.1 HS コードの概要

本研究で使用する品目基準に「HS コード」がある。「HS コード」の概要をここで示す。

例として、自動車における HS コードの概念図を図 3.1 に示す。

「HS コード」とは、「商品の名称及び分類についての統一システム (Harmonized Commodity Description Coding System) に関する国際条約 (HS 条約)」⁽¹⁴⁾ に基づいて定められたコード番号のことである。

2011 年 8 月現在、世界税関機構 (WCO) のもと、日本を含む主要貿易国など 138 の国・地域がこの条約に加盟している。また非加盟であっても、HS 準拠をしている国を含めると、HS 適用国・地域は 204 に達しており、これは世界貿易量のほぼ全量をカバーしている。

HS コードは、日本語では「輸出入統計品目番号」「関税番号」「税番」などと呼ばれる。

HS コードは、あらゆる貿易対象品目を 21 の「部」(Section) に大分類し、6 桁の数字で表されている。6 桁のうち、上 2 桁を類 (Chapter)、類を含む上 4 桁を項 (Heading)、項を含む上 6 桁を号 (Sub-heading) という。HS の分類改訂は、時代の流れに沿って、ほぼ 5 年ごとに見直しをすることが、当初から加盟国により合意されている。(参考文献(15)より引用)

図 3.1 を例にすると、「類」は「87」、「項」は「87.06」「87.07」「87.08」、「号」は「8708.21」「8708.30」「8708.70」の番号となる。

HS コードは、「号」までは世界共通であるが、それ以下は各国別に定められている。



(出所) 経済産業省「EPA/FTA/投資協定：物の輸出入」⁽¹⁵⁾ より引用

図 3.1 自動車における HS コードの概念図

3.2 対象とするパレットに積載可能な HS コードの設定

対象とするパレットに積載可能な輸出統計品目（HS コード）36 品目を表 3.1 に示す。

本研究におけるパレット積載可能な品目の選定基準において、国際基準となっている「輸出統計品目表」の品目コード（HS コード）を用いた。本論文では、表 3.1 に示す 36 品目を選定した。

表 3.1 パレットに積載可能な輸出統計品目（36 品目）一覧

類	詳細
第02類	肉及び食用のくず肉
第03類	魚並びに甲殻類、軟体動物及びその他の水棲無脊椎動物
第04類	酪農品、鳥卵、天然はちみつ及び他の類に該当しない食用の動物性生産品
第07類	食用の野菜、根及び塊茎
第08類	食用の果実及びナット、かんきつ類の果皮並びにメロンの皮
第09類	コーヒー、茶、マテ及び香辛料
第10類	穀物
第11類	穀粉、加工穀物、麦芽、でん粉、イヌリン及び小麦グリテン
第12類	採油用の種及び果実、各種の種及び果実、工業用又は医薬用の植物並びにわら及び飼料用植物
第15類	動物性又は植物性の油脂及びその分解生産物、調製食用脂並びに動物性又は植物性のろう
第16類	肉、魚又は甲殻類、軟体動物若しくはその他の水棲無脊椎動物の調製品
第17類	糖類及び砂糖菓子
第18類	ココア及びその調製品
第19類	穀物、穀粉、でん粉又はミルクの調製品及びベーカリー製品
第20類	野菜、果実、ナットその他植物の部分の調製品
第21類	各種の調製食料品
第22類	飲料、アルコール及び食酢

類	詳細
第24類	たばこ及び製造たばこ代用品
第30類	医療用品
第31類	肥料
第34類	せっけん、有機界面活性剤、洗剤、調製潤滑剤、人造ろう、調製ろう、磨き剤、ろうそくその他これに類する物品、モデリングペースト、歯科用ワックス及びプラスターをもととした歯科用の調製品
第39類	プラスチック及びその製品
第40類	ゴム及びその製品
第42類	革製品及び動物用装着具並びに旅行用具、ハンドバッグその他これらに類する容器並びに腸の製品
第43類	毛皮及び人造毛皮並びにこれらの製品
第44類	木材及びその製品並びに木炭
第45類	コルク及びその製品
第48類	紙及び板紙並びに製紙用パルプ、紙又は板紙の製品
第49類	印刷した書籍、新聞、絵画その他の印刷物並びに手書き文書、タイプ文書、設計図及び図案
第50類	絹及び絹織物
第70類	ガラス及びその製品
第73類	鉄鋼製品
第74類	銅及びその製品
第82類	卑金属製の工具、道具、刃物、スプーン及びフォーク並びにこれらの部分品
第87類	鉄道用及び軌道用以外の車両並びにその部分品及び附属品
第96類	雑品

(出所) 公益財団法人 日本関税協会「webEXPORT STATISTICAL 2014-01」⁽¹⁶⁾ より作成

3.3 HS コード全体の貨物流動量

ASEAN の貨物流動量を調査するにあたり、最初に ASEAN 諸国及び日本における二国間の全体の貨物流動量の把握を行った。全体の貨物流動量の把握において、日本貿易振興機構（ジェトロ）の公表資料「ASEAN10 カ国貿易統計」⁽¹⁷⁾ 及び「ASEAN の域内貿易マトリックス」⁽¹⁹⁾ を参照した。

2012 年における日本及び ASEAN 諸国の二国間における取扱貨物金額を表 3.2 に示す。

表 3.2 より、タイ・シンガポール・マレーシア・日本では二国間の輸送において年間で 100 億ドル以上の貨物流動があることが分かった。またベトナム・インドネシア・フィリピンにおいても、二国間で年間 10 億ドル以上の貨物流動があることが分かった。一方で、

カンボジア・ミャンマー・ブルネイ・ラオスではあまり貿易が盛んに行われておらず、取扱貨物金額も少ないことがみてとれる。

表 3.2 日本及び ASEAN 諸国の二国間における取扱貨物金額（2012 年）

(単位：百万ドル) (2012年)

輸入 輸出	タイ	シンガポール	マレーシア	ベトナム	インドネシア	フィリピン	カンボジア	ミャンマー	ブルネイ	ラオス	日本	合計
タイ		10,763	12,351	6,443	11,142	4,830	3,761	3,108	190	3,567	23,320	79,475
シンガポール	15,622		50,432	10,383	43,332	6,337	988	1,341	1,546	30	18,826	148,837
マレーシア	12,231	30,944		3,827	8,954	3,398	249	704	694	13	26,879	87,893
ベトナム	2,832	2,368	4,496		2,358	1,871	2,831	118	17	421	13,060	30,372
インドネシア	6,635	4,861	11,280	2,274		3,708	292	402	82	24	30,135	59,693
フィリピン	2,446	4,861	1,018	593	840		16	19	7	1	9,881	19,682
カンボジア	228	518	117	442	11	3		0	0	1	368	1,688
ミャンマー	3,362	72	168	100	58	25	1		0	0	612	4,398
ブルネイ	405	119	48	555	382	50	1	0		0	5,448	7,008
ラオス	1,131	5	0	404	0	0	2	0	0		112	1,654
日本	43,695	23,290	17,701	10,729	20,273	11,854	234	1,259	188	137		129,360
合計	88,587	77,801	97,611	35,750	87,350	32,076	8,375	6,951	2,724	4,194	128,641	570,060

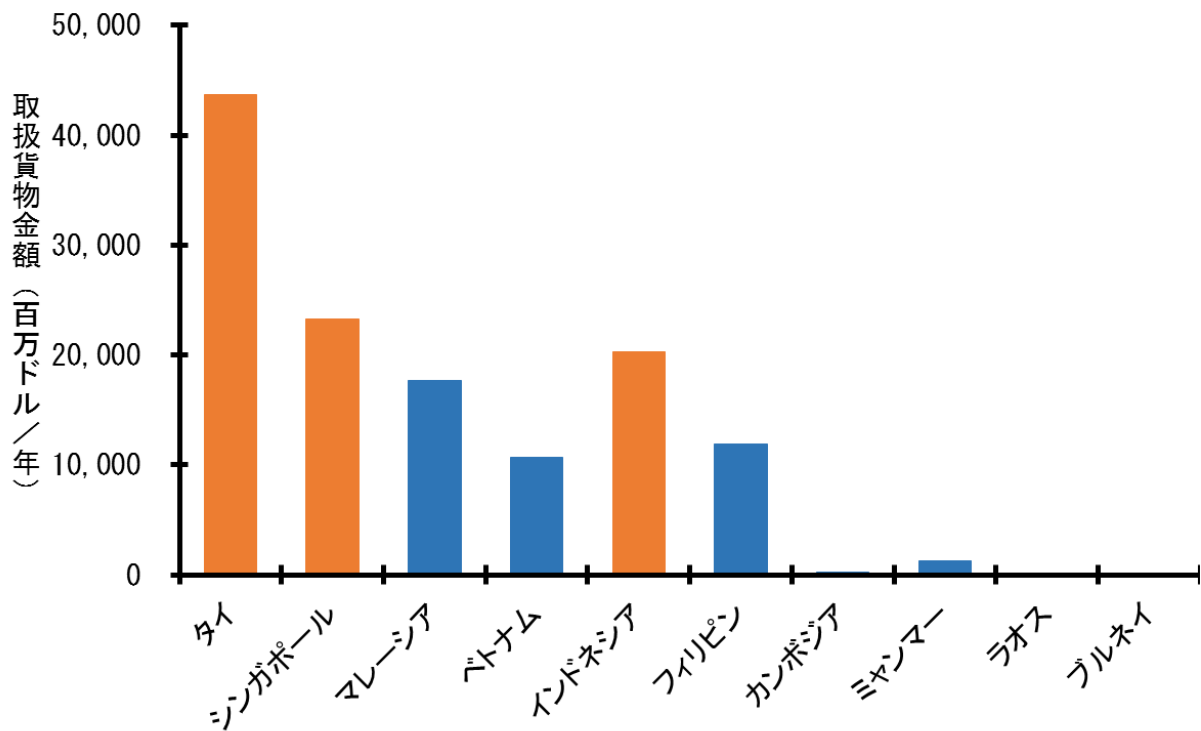
(出所) JETRO 日本貿易振興機構「ASEAN10 カ国貿易統計（2010 年～）」⁽¹⁸⁾ より作成

次に、2012 年における日本から ASEAN 諸国への輸出金額を示したグラフを図 3.2 に示す。また、2012 年におけるタイから ASEAN 諸国及び日本への輸出金額を示したグラフを図 3.3 に示す。

図 3.2 より、日本から ASEAN 諸国への輸出金額の内訳をみると、タイが最も多く、43,695[百万ドル]となっている。次いで、シンガポール・インドネシアとなっている。

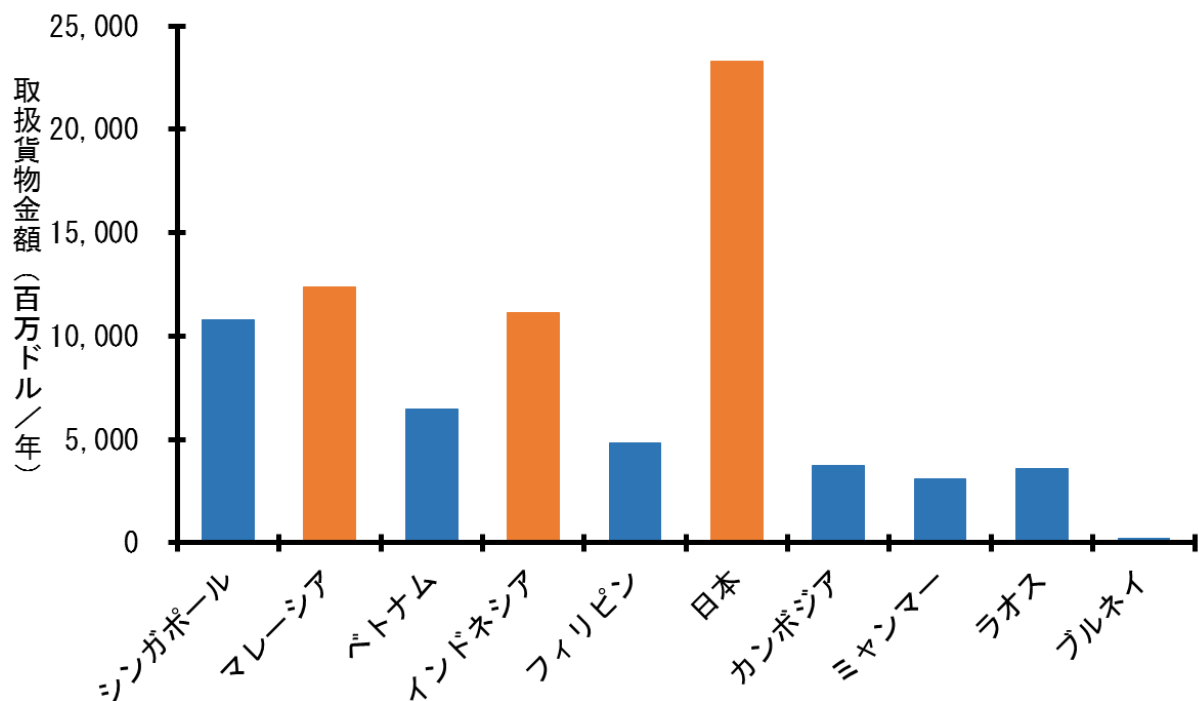
図 3.3 より、タイから ASEAN 諸国及び日本への輸出金額の内訳をみると、日本への輸出金額が圧倒的に多く、23,320[百万ドル]である。次いで、マレーシア・インドネシアとなっている。

図 3.2 及び図 3.3 より、日本から ASEAN 諸国及び日本における二国間の取扱貨物金額において、タイと日本が最も多いことが分かる。また、日本においては、カンボジア・ミャンマー・ラオス・ブルネイ以外、タイにおいては、ブルネイ以外は二国間における取扱貨物金額があることが分かる。



(出所) JETRO 日本貿易振興機構「ASEAN10 カ国貿易統計 (2010 年～)」⁽¹⁸⁾ より作成

図 3.2 日本から ASEAN 諸国への輸出金額の内訳 (2012 年)



(出所) JETRO 日本貿易振興機構「ASEAN10 カ国貿易統計 (2010 年～)」⁽¹⁸⁾ より作成

図 3.3 タイから ASEAN 各国及び日本への輸出金額の内訳 (2012 年)

3.4 HSコード別の貨物流動量

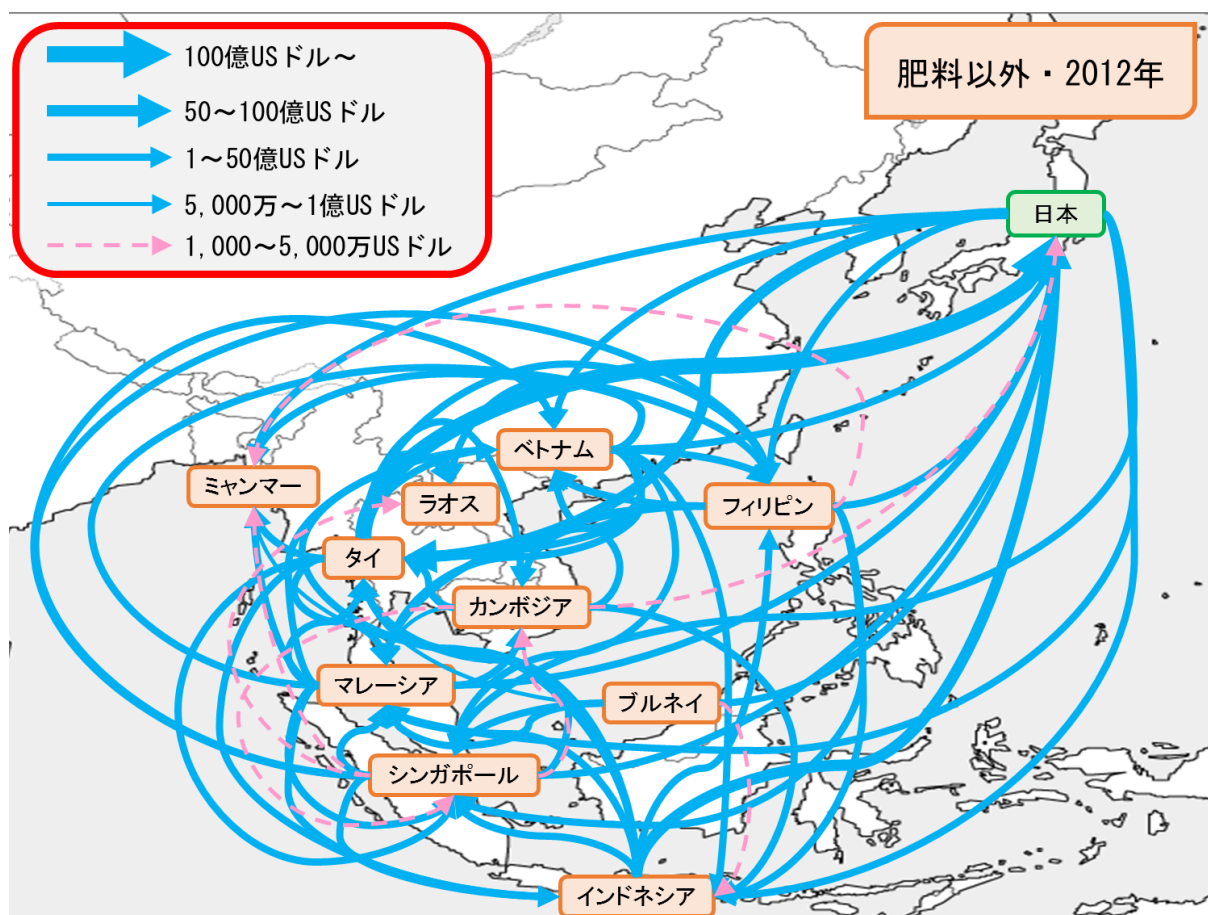
HSコード別の貨物流動量を調査するにあたり、Global Trade Information Services, Inc. の「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾の統計データを用いた。「Global Trade Atlas」より抽出した統計データは2014年11月末時点のデータである。従って、統計データの変動の可能性はある2013年の統計データについては、2014年11月末時点でのデータでの調査である。

また本研究では、対象とするパレットに積載可能なHSコードの設定を行ったが、ヒアリングにおいて、パレットプールシステムにあたり「第31類：肥料」は、食品やトイレタリー商品など他の製品への臭気の付着を防止するため、更には突起等によって肥料を入れた袋が破損しないようにするため材質の異なる専用のパレットで運用する必要があることが分かった。したがって、パレットプールシステムの導入における検討では「パレット積載可能な34品目」と「肥料」の2通りのパレットプールシステムの導入の検討を行うこととする。肥料以外の貨物流動量については、数量の単位が他と異なるため、「第22類：飲料、アルコール及び食酢」は対象から外した。

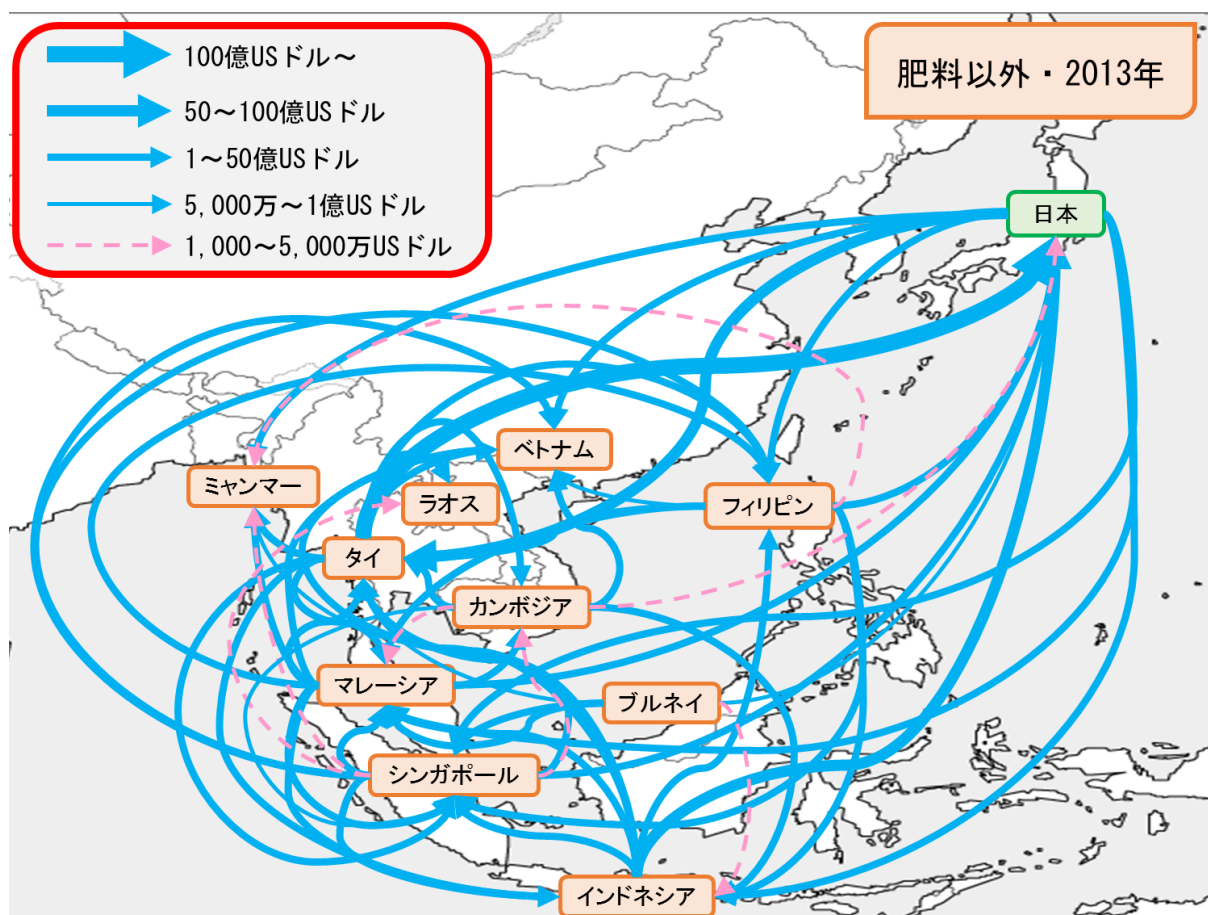
「パレット積載可能な34品目」と「肥料」の2通りのパレットプールシステムの導入の検討を行うにあたり、「パレット積載可能な34品目」と「肥料」の2通りについて、2012年及び2013年の2年間における金額または数量ベースでの現状把握を行った。

パレット積載可能な34品目の金額ベースによる2012年の貨物流動量を図3.4、2013年の貨物流動量を図3.5に示す。また、数量ベースによる2012年の貨物流動量を図3.6、2013年の貨物流動量を図3.7に示す。

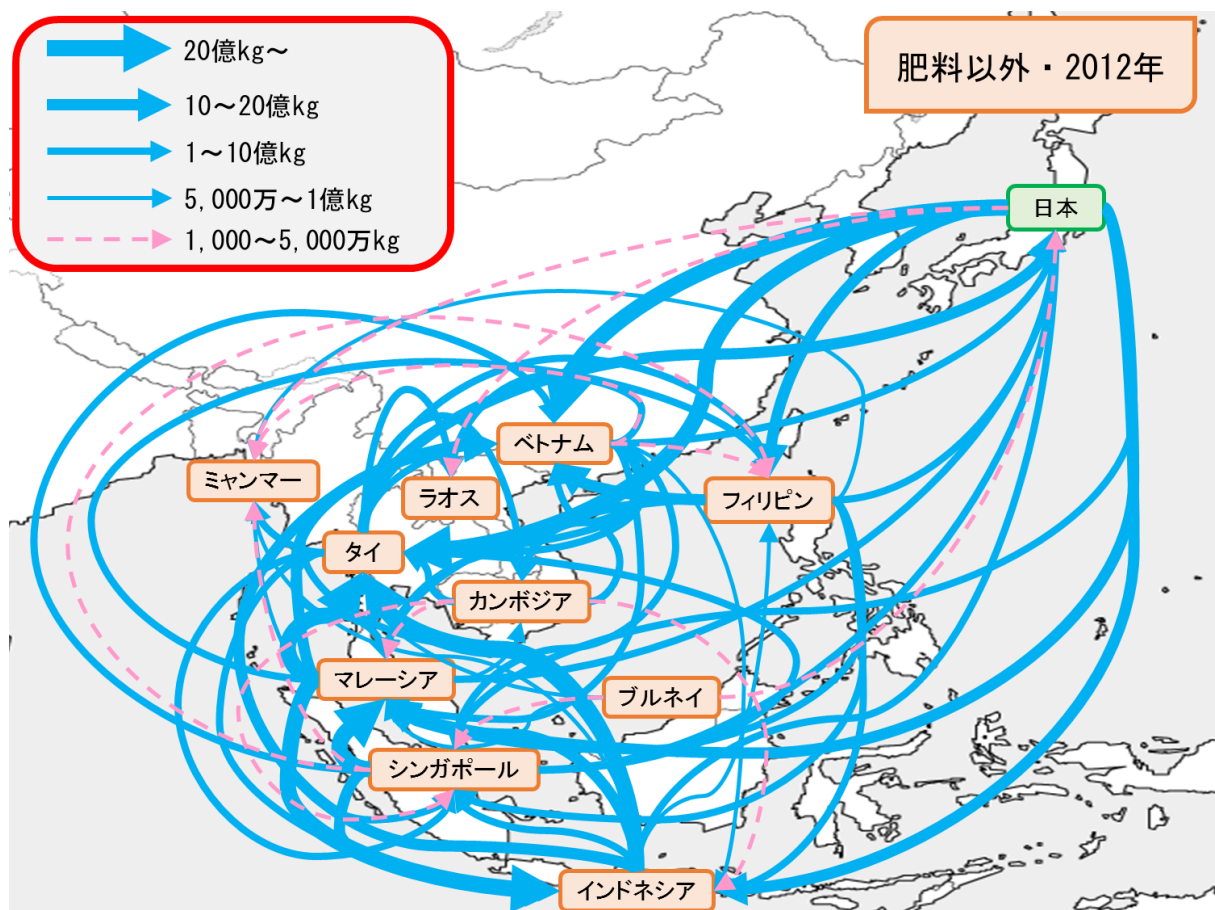
図3.4から図3.7をみると、金額及び数量どちらにおいても二国間における貨物流動量はあることが分かる。特に、数量ベースでは、タイ・マレーシア・インドネシア・シンガポール・日本を中心とした貨物流動量が多いことが分かる。また、二国間においては10万トン以上の貨物流動が中心となっていることが分かった。



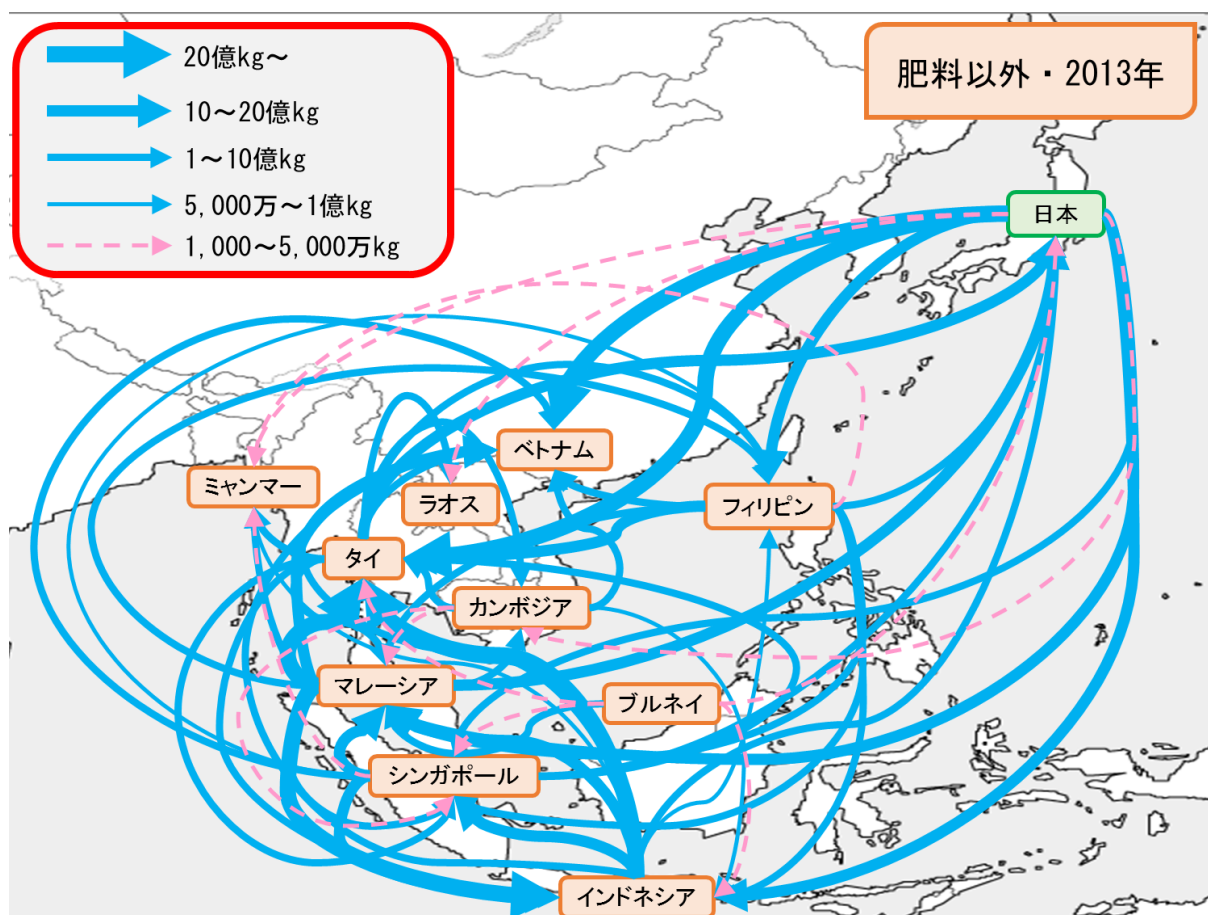
(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.4 パレット積載可能な 34 品目の二国間の貨物流動量 (金額ベース、2012 年)



(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.5 パレット積載可能な 34 品目の二国間の貨物流動量 (金額ベース、2013 年)



(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.6 パレット積載可能な 34 品目の二国間の貨物流動量 (数量ベース、2012 年)

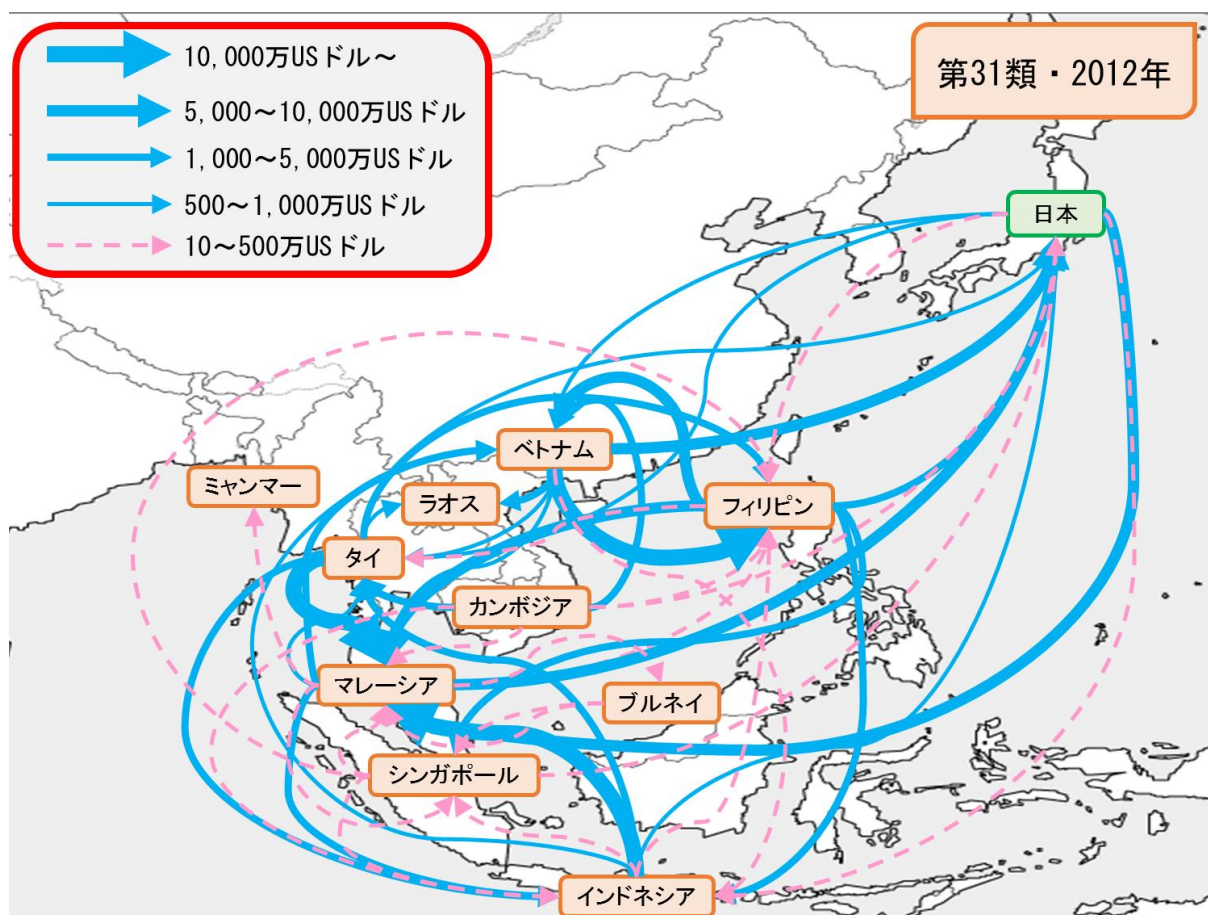


(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.7 パレット積載可能な 34 品目の二国間の貨物流動量 (数量ベース、2013 年)

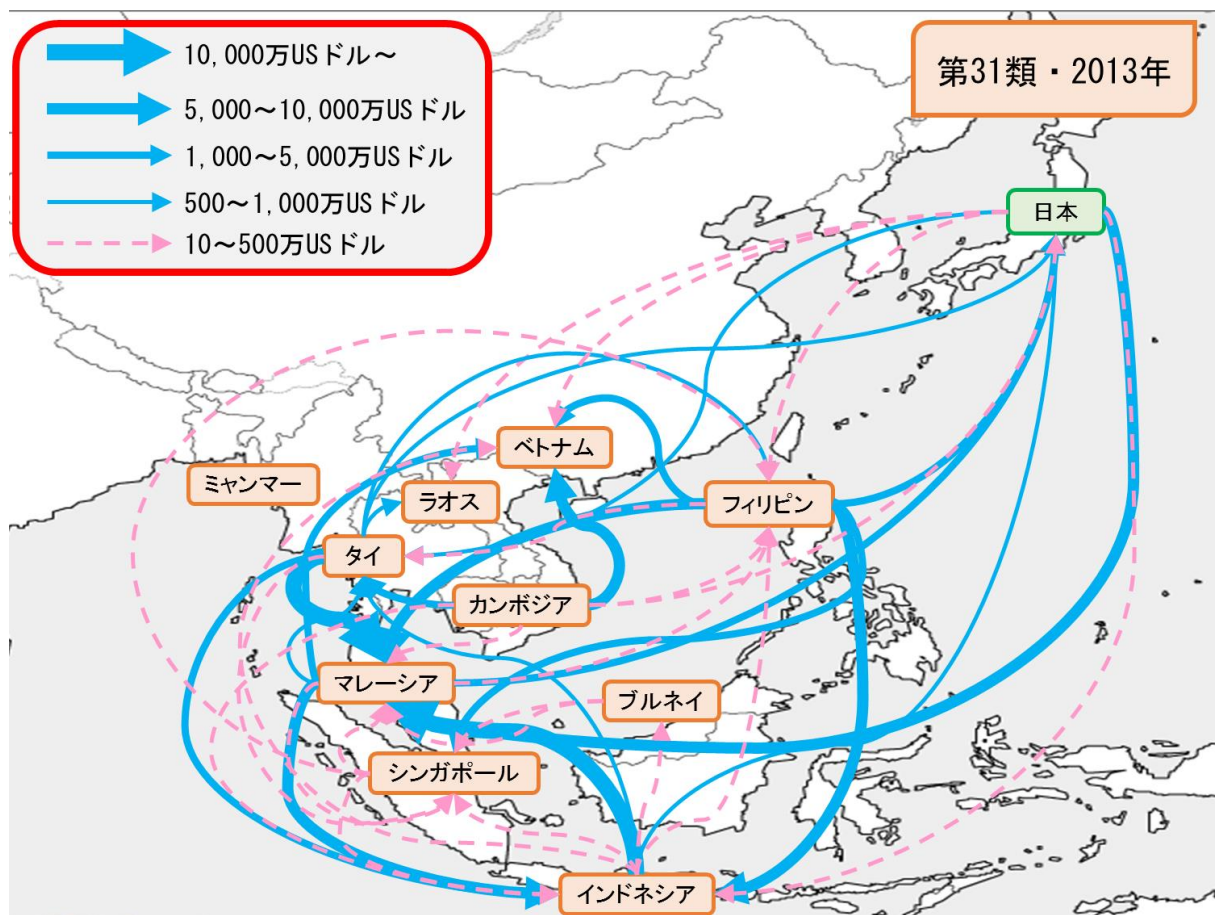
次に、肥料の金額ベースによる 2012 年の貨物流動量を図 3.8、2013 年の貨物流動量を図 3.9 に示す。また、数量ベースによる 2012 年の貨物流動量を図 3.10、2013 年の貨物流動量を図 3.11 に示す。

図 3.8 から図 3.11 をみると、金額ベースでは、貨物流動があまり二国間において全体で偏った荷動きをしていることが分かる。特にマレーシアやインドネシア等に貨物が多く集まり、他の国においては流動量があまり多くないことが分かる。

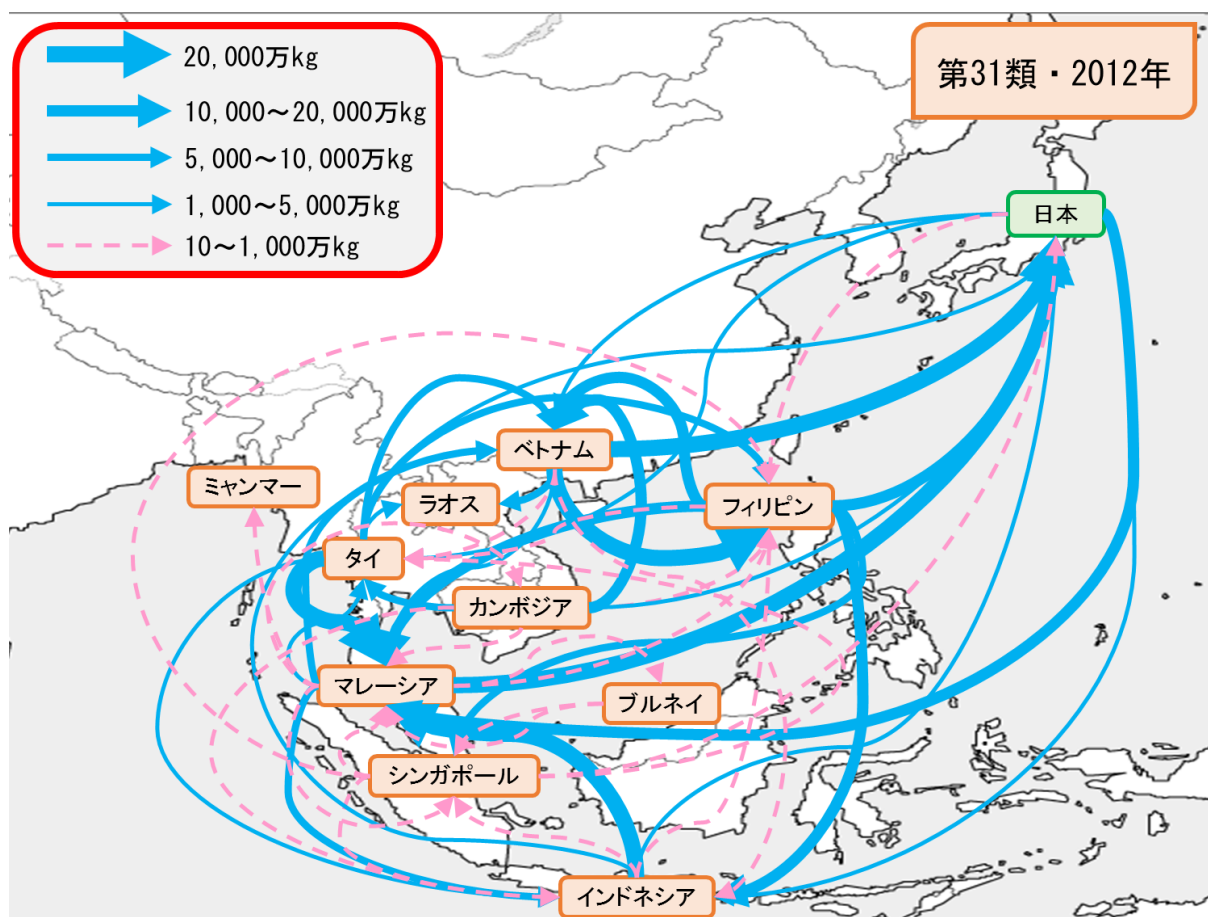
一方で、数量ベースで貨物流動量をみると、金額ベースに比べ、2012 年においては貨物流動が全体的にあることが読み取れる。数量ベースでは、その中でもタイやマレーシア・インドネシア・フィリピン・日本が中心となっていることが分かる。貨物流動量は二国間において 10 万トン以上の貨物流動が中心となっていることが分かった。



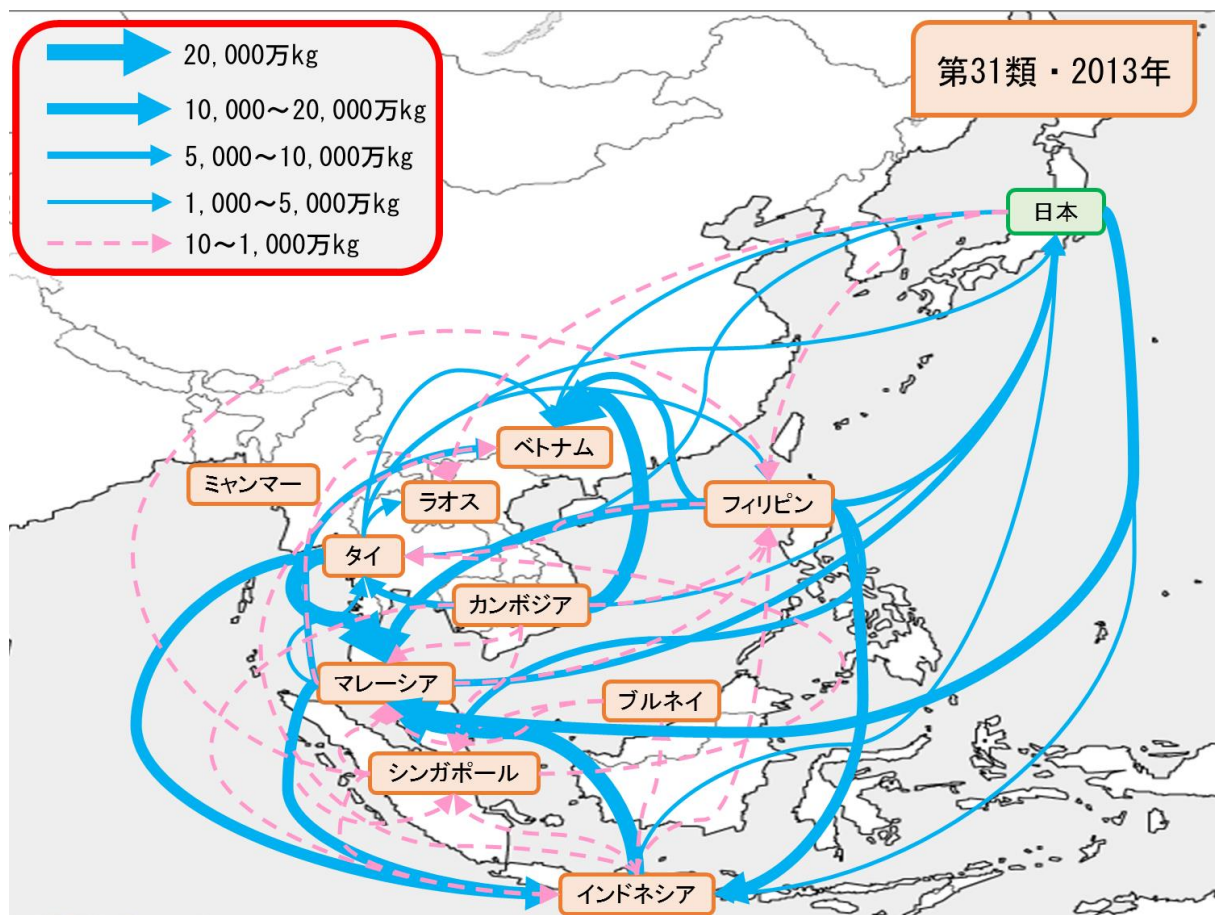
(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.8 第 31 類 (肥料) の二国間の貨物流動量 (金額ベース、2012 年)



(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.9 第 31 類 (肥料) の二国間の貨物流動量 (金額ベース、2013 年)



(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.10 第 31 類 (肥料) の二国間の貨物流動量 (数量ベース、2012 年)



(出所) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成
 図 3.11 第 31 類（肥料）の二国間の貨物流動量（数量ベース、2013 年）

4. 物流効率化におけるロジスティクスコスト削減方法の検討及び選択

4.1 物流効率化におけるロジスティクスコスト削減方法の検討項目の一覧

本研究で対象とするロジスティクスにおいて、ロジスティクスコストを削減するための方法として、ロジスティクス管理・EDI の活用・一貫パレチゼーションの導入が挙げられる。

ロジスティクス管理とは、メーカーにおけるロジスティクス管理責任者による、ロジスティクス全体におけるトータル在庫を把握し、生産計画の調整を行うことである。また、メーカーと小売りとの情報共有化、ロジスティクス上の在庫削減の必要性の認識の共有化等も考えられる。

EDI (Electronic Data Interchange) とは、「異なる組織間で、取引のためのメッセージを、通信回線を介して標準的な規約（可能な限り広く合意された各種規約）を用いて、コンピュータ（端末を含む）間で交換すること」（電子計算機相互運用環境整備委員会）である⁽²¹⁾。EDI の活用により、事務作業の効率化・迅速化による経済的効果だけでなく、人為的ミスやケアレスミスなどの削減による企業間関係の改善効果などが期待できる。

一貫パレチゼーションとは、「発地から着地まで一貫して同一のパレットに貨物を積載したまま輸送を行うこと」（日本パレットレンタル株式会社）である。拠点ごとでの積み替えが不要、作業時間の短縮などのメリットが考えられる⁽²²⁾。

本研究では、上記の様々なロジスティクスコストを削減するための方法があるが、人件費の高騰や ASEAN における今後貨物需要量の増加の予測の観点から、荷役作業の効率化を図る必要があり、一貫パレチゼーション及びパレットプールシステムの導入可能性について検討する。

4.2 一貫パレチゼーションの概要

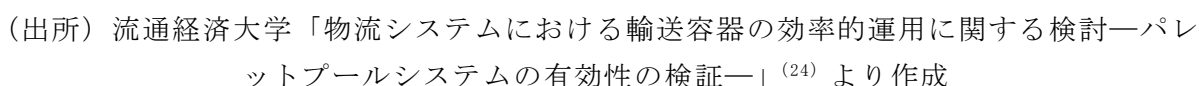
ロジスティクス効率化におけるロジスティクスコスト削減方法の 1 つである「一貫パレチゼーション」について概要を示す。

一貫パレチゼーションとは、「発地から着地まで一貫して同一のパレットに貨物を積載したまま輸送を行うこと」（日本パレットレンタル株式会社）である。一貫パレチゼーションによるメリットは、拠点ごとでの積み替えが不要になることにより、荷役作業時間の短縮や人件費の削減効果が得られることである。一方で、パレット積載による積載率の低下や保管効率の低下が考えられ、またパレットの管理を十分に行わないと紛失や流出の恐れがあることである⁽²²⁾。

一貫パレチゼーションを行うにあたり、パレットサイズの統一が必要不可欠であるが、サイズの統一に関しては、国際的に ISO 規格として 4 つの標準規格が定められている。日本では、JIS によって 1970 年代に T-11 型が作られ、ISO 規格の 1 つとなっている。

本研究で対象とする一貫パレチゼーションにおけるパレットプールシステムの概要及び必要性をここで示す。

パレットプールシステムとは、パレットがレンタル業者に管理され、レンタル業者によりパレットを貸出・回収する複数の拠点（デポ）をサプライチェーン条の業者の近くに設置し、業者への空パレットの貸出や業者からの使用済みパレットの回収を当該業者の最寄りの拠点で行うような形態である。



次に、本研究で対象とする ASEAN 諸国及び日本におけるパレットプールシステムの概要を示す。簡潔に概要を示すため、ここでは、3 カ国におけるパレットプールシステムの概要を図 4.2 に示す。

このパレットプールシステムにおけるパレットの動きを説明する。例えば、A 国の輸出企業は、デポ（d1）から必要なパレットを調達し、輸出拠点（e1）で貨物をパレット積みした後、輸出先である B 国の輸入拠点（i2）に輸送する。そして、B 国に輸入されたパレットは、パレットから貨物を降ろした後、デポ（d2）に回収され、点検・洗浄等の後、再び、輸出企業に提供される。また、国間の貨物流動量の不均衡によるパレットの偏りを是正するため、デポ間における調整が行われる。

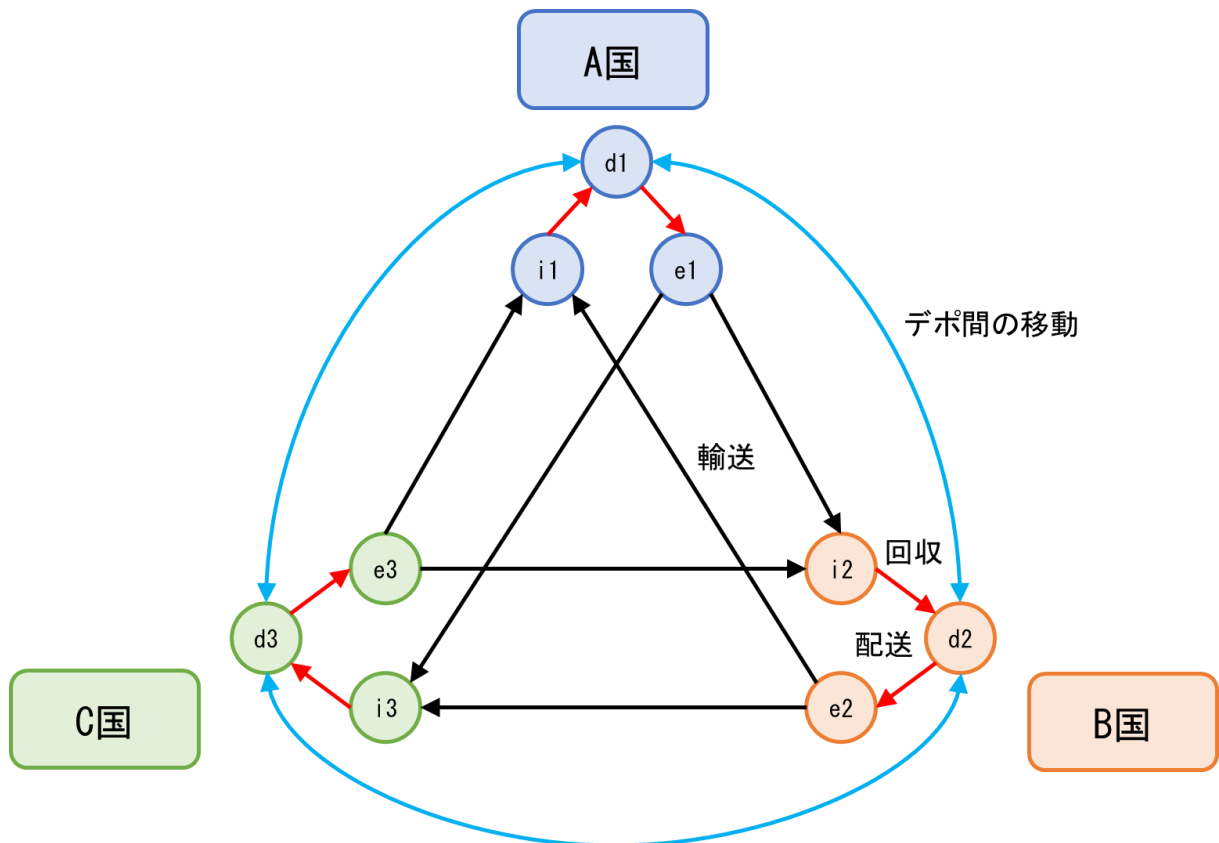


図 4.2 3カ国の国際輸送におけるパレットプールシステムの概要

5. パレットプールシステムの導入における定式化

5.1 定式化の概要

本研究では、タイを中心とする ASEAN 諸国及び日本において、パレットプールシステムの導入に向けた、利益最大を目的とした定式化を行い、最適解を求めることとした。

今回、パレットプールシステムの導入の観点から、パレットプールシステムの収入及び支出の2つに大きく分類をし、収入及び支出に関係する費用について考慮した。

定式化における検討項目の一覧を表 5.1 に示す。

表 5.1 より、収入は「パレットレンタルのレンタル料」「輸出企業での滞留日数」「輸出企業から輸入企業への輸送日数」「輸入企業での滞留日数」「輸送量」で構成される。

一方で、支出は「空パレットの回送費」「パレットの整備費」「デポの運営費」「パレットの減価償却費」で構成される。

「空パレットの回送費」は、「デポから輸出企業への配送費」「デポの輸送費」「輸入企業からデポへの集荷費」「輸送量」、「パレットの整備費」は「パレット1枚当たりの整備費」「パレットの保有枚数」、「デポの運営費」は「1国当たりのデポの運営費」「デポの有無」、「パレットの減価償却費」は「パレットの保有枚数」「パレットの購入費」「パレットの耐用年数」から成る。さらに、「パレットの保有枚数」は、各ノード及びリンクにおけるパレットの流動量及び保管量の合計から成るため「輸出企業から輸入企業への輸送日数」「デポから輸出企業への輸送日数」「輸入企業からデポへの輸送日数」「デポ間の輸送日数」「輸出企業での滞留日数」「輸入企業での滞留日数」「デポでの滞留日数」から求めることとする。

表 5.1 定式化における検討項目の一覧

収入 (INC)	パレットレンタルのレンタル料 (PR)		
	輸出企業での滞留日数 (TME)		
	輸出企業から輸入企業への輸送日数 (TMEI)		
	輸入企業での滞留日数 (TMI)		
	輸送量 (x)		
支出 (EXP)	空パレットの回送費 (PFC)	デボから輸出企業への配送費 (TC ₁)	
		デボ間の輸送費 (TC ₂)	
		輸入企業からデボへの集荷費 (TC ₃)	
		輸送量 (x)	
	パレットの整備費 (MC)	パレット1枚当たりの整備費 (PMC)	輸出企業から輸入企業への輸送日数 (TMEI) デボから輸出企業への輸送日数 (TMDE) 輸入企業からデボへの輸送日数 (TMID) デボ間の輸送日数 (TMDD) 輸出企業での滞留日数 (TME) 輸入企業での滞留日数 (TMI) デボでの滞留日数 (TMD)
		パレットの保有枚数 (PH)	
	デボの有無 (y)		
	パレットの減価償却費 (DPC)	パレットの保有枚数 (PH)	
		パレットの購入費 (PC)	
		パレットの耐用年数 (LY)	

5.2 事業利益最大化における定式化

5.2.1 パレットプールシステムにおける利益

パレットプールシステムにおける利益を求める式を式(1)に示す。

パレットプールシステムの利益は、収入と支出により構成されており、収入から支出を引いた値を利益として求める。収入と支出の詳細な構成については 5.2.2 及び 5.2.3 で示す。

$$\text{BNF} = \text{INC} - \text{EXP} \quad \text{-----} \quad (1)$$

BNF : パレットプールシステムにおける利益 [円/年]

INC : パレットプールシステムにおける収入 [円/年]

EXP : パレットプールシステムにおける支出 [円/年]

5.2.2 パレットプールシステムの収入

パレットプールシステムにおける利益を求めるにあたり、パレットプールシステムの収入を求める必要がある。パレットプールシステムの収入を式(2)に示す。

パレットプールシステムの収入は、「輸出企業での滞留日数」「輸出企業から輸入企業への輸送日数」「輸入企業での滞留日数」の合計に「輸送量」をかけた値に「パレットレンタルのレンタル料」をかけたものである。

$$INC = PR \cdot \sum_{(i,j) \in SEI} (TME_i + TMEI_{i,j} + TMI_j) \cdot x_{i,j} \quad \text{-----} \quad (2)$$

INC : パレットプールシステムにおける収入 [円/年]

PR : パレットレンタルのレンタル料 [円/(枚・日)]

TME : 輸出企業での滞留日数 [日]

TMEI : 輸出企業から輸入企業への輸送日数 [日]

TMI : 輸入企業での滞留日数 [日]

x : 輸送量 [枚/年]

SEI : 輸出企業から輸入企業のリンクの集合

5.2.3 パレットプールシステムの支出

パレットプールシステムにおける支出を求める式を式(3)に示す。

パレットプールシステムにおける支出は、空パレットの回送費・パレットの整備費・デポの運営費・パレットの減価償却費から構成される。

支出を構成する各項の詳細な式を式(4)から式(8)に示す。

空パレットの回送費は式(4)であり、「デポから輸出企業への配送費」に各国の「輸送量」かけたもの、「デポ間の輸送費」に各国の「輸送量」をかけたもの、「デポから輸入企業への集荷費」に各国の「輸送量」をかけたものを全て足した値である。

パレットの整備費は式(6)であり、「パレット1枚当たりの整備費」に「パレットの保有枚数」をかけた値となる。パレットの保有枚数の算出式は式(5)であり、各ノード・リンクにおける輸送日数または滞留日数を1年間の日数である365で割り、その値にそれぞれ「輸送量」をかけた値の合計で構成される。

デポの運営費は式(7)であり、「1国当たりのデポの運営費」にデポの数をかけたものである。

パレットの減価償却費は式(8)で示し、「パレットの保有枚数」と「パレットの購入費」をかけた値を「パレットの耐用年数」で割った値である。

$$EXP = PFC + MC + DOC + DPC \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$PFC = TC_1 \cdot \sum_{(i,j) \in SDE} x_{i,j} + TC_2 \cdot \sum_{(i,j) \in SDD} x_{i,j} + TC_3 \cdot \sum_{(i,j) \in SID} x_{i,j}$$

(4)

$$\begin{aligned} PH = & \sum_{(i,j) \in SDE} \frac{TMEI_{i,j}}{365} \cdot x_{i,j} + \sum_{(i,j) \in SDE} \frac{TMDE_{i,j}}{365} \cdot x_{i,j} + \sum_{(i,j) \in SID} \frac{TMID_{i,j}}{365} \cdot x_{i,j} \\ & + \sum_{(i,j) \in SDD} \frac{TMDD_{i,j}}{365} \cdot x_{i,j} + \sum_{(i,j) \in SEI} \frac{TME_i}{365} \cdot x_{i,j} + \sum_{(i,j) \in SID} \frac{TMI_i}{365} \cdot x_{i,j} \\ & + \sum_{(i,j) \in SDE} \frac{TMD_i}{365} \cdot x_{i,j} + \sum_{(i,j) \in SDD} \frac{TMD_i}{365} \cdot x_{i,j} \end{aligned}$$
(5)

$$MC = PMC \cdot PH$$

(6)

$$DOC = \sum_{i \in SD} DC_i \cdot y_i$$

(7)

$$DPC = \frac{PH \cdot PC}{LY}$$

(8)

- EXP : パレットプールシステムにおける支出 [円/年]
PFC : 空パレットの回送費 [円/年]
MC : パレットの整備費 [円/年]
DOC : デポの運営費 [円/年]
DPC : パレットの減価償却費 [円/年]
 TC_1 : デポから輸出企業への配送費 [円/枚]
 TC_2 : デポ間の輸送費 [円/枚]
 TC_3 : 輸入企業からデポへの集荷費 [円/枚]
 x : 輸送量 [枚/年]
PH : パレットの保有枚数 [枚/年]
TMEI : 輸出企業から輸入企業への輸送日数 [日]
TMDE : デポから輸出企業への輸送日数 [日]
TMID : 輸入企業からデポへの輸送日数 [日]
TMDD : デポ間の輸送日数 [日]
TME : 輸出企業での滞留日数 [日]
TMI : 輸入企業での滞留日数 [日]
TMD : デポでの滞留日数 [日]

DC : 1 国当たりのデポの運営費 [円/年]
 PMC : パレット 1 枚当たりの整備費 [円/枚]
 y : デポの有無
 PC : パレットの購入費 [円/枚]
 LY : パレットの耐用年数 [年]
 SDE : デポから輸出企業のリンクの集合
 SDD : デポ間のリンクの集合
 SID : 輸入企業からデポのリンクの集合
 SD : デポのノードの集合

5.3 制約条件

パレットプールシステムにおける利益を求めるにあたり、必要となる制約条件を式 (9) から式 (13) に示す。

式 (9) は「デポから輸出企業への輸送量」と「輸出企業から輸入企業への輸送量」が同量となることを示す。式 (10) も同様に、「輸出企業から輸入企業への輸送量」と「輸入企業からデポへの輸送量」が同量となることを示す。

式 (11) は、デポから出入りする輸送量が同量となることを示す。

式 (12) は、需要量に対し、輸送量が需要量以下となることを示し、式 (13) は全ての輸送量は 0 以上であることを示している。

$$\sum_{(i,j) \in SEI} x_{i,j} - \sum_{(j,i) \in SDE} x_{j,i} = 0 \quad \forall i \in SE \quad \text{-----} \quad (9)$$

$$\sum_{(i,j) \in SID} x_{i,j} - \sum_{(j,i) \in SEI} x_{j,i} = 0 \quad \forall i \in SI \quad \text{-----} \quad (10)$$

$$\left(\sum_{(i,j) \in SDE} x_{i,j} + \sum_{(i,j) \in SDD} x_{i,j} \right) - \left(\sum_{(j,i) \in SID} x_{j,i} + \sum_{(j,i) \in SDD} x_{j,i} \right) = 0 \quad \forall i \in SD \quad \text{-----} \quad (11)$$

$$x_{i,j} \leq DEM_{i,j} \quad \forall (i,j) \in SEI \quad \text{-----} \quad (12)$$

$$x_{i,j} \geq 0 \quad \forall (i,j) \in ALL \quad \text{-----} \quad (13)$$

DEM : 需要量 [枚/年]

6. 定式化における前提条件及びデータ

6.1 前提条件

パレットプールシステムによる利益を算出するにあたり、下記の項目を前提条件として示す。

- ① パレットのサイズは日本パレットレンタル株式会社が使用している T-11 型（1,100 mm × 1,100 mm × 144 mm、本体質量約 17kg）⁽³²⁾ とする。
- ② 海上輸送コンテナのサイズは 40ft 冷凍コンテナ及びドライコンテナとする。
40ft ドライコンテナと 40ft 冷凍コンテナの概要を表 6.1 に示す。

表 6.1 40ft ドライコンテナと 40ft 冷凍コンテナの概要

		ドライコンテナ	冷凍コンテナ
外法寸法	長さ (mm)	12,192	12,192
	幅 (mm)	2,438	2,438
	高さ (mm)	2,591	2,591
内法寸法	長さ (mm)	12,032	11,574
	幅 (mm)	2,352	2,256
	高さ (mm)	2,385	2,235
コンテナ自重 (kgs)		4,000	3,180
最大積荷重量 (kgs)		26,480	26,670
最大総重量 (kgs)		30,480	30,480

(出所) 相互運輸株式会社「海上コンテナ寸法の目安」⁽²⁵⁾ より作成

- ③ レンタルパレットの配送及び集荷を行う際のトラックは 10t トラックとする。
10t トラックの内法寸法を表 6.2 に示す。

表 6.2 10t トラックの内法寸法

内法寸法	長さ (mm)	6,225
	幅 (mm)	2,230
	高さ (mm)	2,400

(出所) 加納俊宏 (2013 年) 「メーカーと小売業との商取引の見直しによる一貫パレチゼーションの導入効果に関する研究」⁽¹³⁾ より作成

- ④ US\$ から日本円への換算は、1[US\$]=125[円] とする。
- ⑤ 本研究で対象とする HS コード別の貨物流動量を全てパレット化することとする。

6.2 算出に用いるデータ

算出に用いるデータについて下記に示す。

① パレットのレンタル料

パレットのレンタル料については、既存研究である青島大志 (2006 年 3 月) 「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」⁽¹²⁾ より引用した。また、株式会社イー・ロジットによる「物流ニュース 日本パレットレンタル／軽油高でレンタルパレット利用料金を改定」⁽²⁶⁾ により、2008 年より 2 割増でのレンタル料とすることを考慮した。

$$10[\text{円/枚}] \times 1.2 = 12[\text{円/枚}]$$

② パレットの新規購入費

山崎純大 (2008 年 2 月 28 日出版) の『パレットで物流が変わる』(ダイヤモンド社、pp142～143)⁽²⁷⁾ より、1 枚当たりのパレット新規購入費は約 7,000[円/枚] とした。

③ パレットの耐用年数

パレットの耐用年数は、三甲株式会社の「プラスチックパレットの優位性」⁽²⁸⁾ より、10 年～20 年と分かった。従って、今回はその平均である 15 年として使用した。

④ パレット 1 枚当たりの整備費

パレット 1 枚当たりの整備費は、既存研究である青島大志 (2006 年 3 月) 「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」⁽¹²⁾ より引用した。パレットに破損等の不具合があるかどうかの選別をする選別費、破損等の不具合のあるパレットを補修

する補修費の合計値を今回使用した。

$$\text{選別費 } 33.1[\text{円/枚}] + \text{補修費 } 68.6[\text{円/枚}] = 101.7[\text{円/枚}]$$

⑤ 輸出企業での滞留日数

輸出企業での滞留日数は、ASEAN 地域での商品回転率が得られなかったため、経済産業省の「諸工業実態基本調査 中小企業の商品（製品）回転率」⁽²⁹⁾ より製造業における商品回転率を参照した。

$$365[\text{日/年}] / \text{商品回転率（製造業）} 11.1[\text{回転/年}] = 32.9[\text{日}]$$

⑥ 輸入企業での滞留日数

輸入企業での滞留日数は、輸出企業での滞留日数と同様に算出した。輸入企業の滞留日数では、製造業の商品回転率ではなく、小売業の商品回転率とした。

$$365[\text{日/年}] / \text{商品回転率（小売業）} 11.4[\text{回転/年}] = 32.0[\text{日}]$$

⑦ デポでの滞留日数

デポでの滞留日数では、既存研究である青島大志（2006 年 3 月）「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」⁽¹²⁾ より、レンタルパレットの補修や洗浄等にかかる日数として 4[日]を引用した。

⑧ デポから輸出企業への配送費

デポから輸出企業への配送費は、ASEAN におけるトラック輸送運賃に近づけるため、社団法人日本物流団体連合会の「平成 18 年度実施「物流サービスに係わる内外価格差調査」報告」⁽³⁰⁾ を参照し、日本のトラック輸送運賃の水準（10t 車で 200km 走行した場合）を 100 とした場合にタイが 74 であることを反映した。

トラック輸送運賃については、月間 LOGI-BIZ の『運賃値上げ 実勢トラック運賃調査 2014』⁽³¹⁾ より、平成 18 年のトラック輸送運賃が調査されていなかったため、最も近い平成 20 年のトラック輸送運賃（10t 車で 200km 走行した場合）45,526[円/台]とした。

また、10t トラック 1 台当たりのパレット積載枚数は、日本パレットレンタル株式会社で使用されている T-11 型（1,100 mm×1,100 mm×144 mm）⁽³²⁾ と、既存研究である加納俊宏（2013 年）の「メーカーと小売業との商取引の見直しによる一貫パレチゼーションの導入効果に関する研究」⁽¹³⁾ より引用した 10t トラックの内法寸法（6,225 mm×2,230 mm×2,400 mm）から算出した。

$$(6,225 / 1,100) \times (2,230 / 1,100) \times (2,400 / 144) = 160[\text{枚/台}]$$

$$(45,526[\text{円/台}] \times 0.74) / 160[\text{枚/台}] = 210.6[\text{円/枚}]$$

⑨ 輸入企業からデポへの集荷費

輸入企業からデポへの集荷費については、デポから輸出企業への配送費と同様に算出した。よって下記の通りである。

$$(6,225 / 1,100) \times (2,230 / 1,100) \times (2,400 / 144) = 160[\text{枚/台}]$$

$$(45,526[\text{円/台}] \times 0.74) / 160[\text{枚/台}] = 210.6[\text{円/枚}]$$

⑩ 空パレットの回送費

空パレットの回送費は、日本貿易振興機構（JETRO）の「ASEAN・メコン地域の最新物流・通関事情（2013 年 6 月）」⁽³³⁾、東京工業大学学位論文データベース「海上コンテナ輸送の時間費用」⁽³⁴⁾、OOCL「本船スケジュール Rate Tariff Search」⁽³⁵⁾ から算出した。

日本貿易振興機構（JETRO）の「ASEAN・メコン地域の最新物流・通関事情（2013 年 6 月）」⁽³³⁾ においてタイ・インドネシア・マレーシア・シンガポール・ベトナムの ASEAN の主要な国間の 40ft コンテナでの輸送費が記されていたので実データとして参照した。

OOCL の「本船スケジュール Rate Tariff Search」⁽³⁵⁾ では、日本からシンガポール・ベトナム・インドネシアにおける 40ft コンテナの輸送費用を参照した。

残りの国間における費用は、東京工業大学学位論文データベース「海上コンテナ輸送の時間費用」⁽³⁴⁾ より、1 日当たりの時間費用である 66～188[US\$]に輸送日数をかけた値を用いた。時間費用は中間値である 127[US\$]を用いた。

ASEAN 諸国及び日本における二国間の 40ft コンテナの輸送費を表 6.3 に示す。

表 6.3 ASEAN 諸国及び日本における二国間の 40ft コンテナの輸送費一覧

(単位: US\$)

	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	日本	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
ブルネイ		508	508	1,397	762	381	762	762	254	508	508
カンボジア	508		1,143	1,100	1,651	762	1,524	1,397	254	381	127
インドネシア	508	1,270		1,750	1,016	685	1,270	950	935	555	750
日本	1,270	2,667	1,500		1,270	1,397	2,413	1,016	1,500	1,397	1,500
ラオス	762	508	1,016	1,830		635	1,270	762	381	127	381
マレーシア	381	381	450	500	508		508	600	100	300	250
ミャンマー	762	1,270	1,016	1,100	1,397	762		2,286	508	1,143	2,413
フィリピン	635	2,286	1,143	1,016	508	635	2,540		508	635	1,270
シンガポール	254	254	300	600	508	200	508	500		200	250
タイ	635	1,524	650	1,127	127	400	1,000	400	250		200
ベトナム	635	127	550	550	381	350	1,016	450	150	250	

(出所) JETRO 日本貿易振興機構「ASEAN・メコン地域の最新物流通関事情（2013 年 6 月）」⁽³³⁾

OOCL「本船スケジュール Rate Tariff Search」⁽³⁵⁾

東京工業大学学位論文データベース「海上コンテナ輸送の時間費用」⁽³⁴⁾ より作成

表 6.3 を参照し、ASEAN 諸国及び日本の二国間における 40ft コンテナの輸送費より、パレット 1 枚当たりの輸送費（空パレットの回送費）を算出した。

空パレットの回送において、40ft ドライコンテナに積載可能な枚数を算出し、1 枚当たりの回送費を算出した。また、[US\$]での費用のため、1[US\$] = 125[円]の換算を行った。

ASEAN 諸国及び日本における二国間の空パレットの回送費一覧を表 6.4 に示す。

$$(12,032/1,100) \times (2,352/1,100) \times (2,385/144) = 320[\text{枚}]$$

表 6.4 アセアン諸国及び日本における二国間の空パレットの回送費一覧

(単位：円/枚)

	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	日本	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
ブルネイ		198.4	198.4	545.7	297.7	148.8	297.7	297.7	99.2	198.4	198.4
カンボジア	198.4		446.5	429.7	644.9	297.7	595.3	545.7	99.2	148.8	49.6
インドネシア	198.4	496.1		683.6	396.9	267.6	496.1	371.1	365.2	216.8	293.0
日本	496.1	1,041.8	585.9		496.1	545.7	942.6	396.9	585.9	545.7	585.9
ラオス	297.7	198.4	396.9	714.8		248.0	496.1	297.7	148.8	49.6	148.8
マレーシア	148.8	148.8	175.8	195.3	198.4		198.4	234.4	39.1	117.2	97.7
ミャンマー	297.7	496.1	396.9	429.7	545.7	297.7		893.0	198.4	446.5	942.6
フィリピン	248.0	893.0	446.5	396.9	198.4	248.0	992.2		198.4	248.0	496.1
シンガポール	99.2	99.2	117.2	234.4	198.4	78.1	198.4	195.3		78.1	97.7
タイ	248.0	595.3	253.9	440.2	49.6	156.3	390.6	156.3	97.7		78.1
ベトナム	248.0	49.6	214.8	214.8	148.8	136.7	396.9	175.8	58.6	97.7	

⑪ 輸出企業から輸入企業への輸送日数（デポ間における輸送日数）

輸出企業から輸入企業への輸送日数（デポ間における輸送日数）については、空パレットの回送費と同様に、日本貿易振興機構（JETRO）の「ASEAN・メコン地域の最新物流・通関事情（2013年6月）」⁽³³⁾より、タイ・インドネシア・マレーシア・シンガポール・ベトナムの主要な ASEAN 諸国の二国間の輸送日数を参照した。

また、その他の二国間の輸送日数については、『2015年版国際輸送ハンドブック』⁽³⁶⁾より各船社における就航スケジュールから算出した。

輸出企業から輸入企業への輸送日数(デポ間における輸送日数)の一覧を表 6.5 に示す。

表 6.5 輸出企業から輸入企業への輸送日数（デポ間における輸送日数）の一覧

(単位：日)

	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	日本	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
ブルネイ		4	4	11	6	3	6	6	2	4	4
カンボジア	4		9	12	13	6	12	11	2	3	1
インドネシア	4	10		12	8	3	10	6	2	7	3
日本	10	21	14		10	11	19	8	8	11	11
ラオス	6	4	8	12		5	10	6	3	1	3
マレーシア	3	3	3	11	4		4	10	1	4	4
ミャンマー	6	10	8	17	11	6		18	4	9	19
フィリピン	5	18	9	8	4	5	20		4	5	10
シンガポール	2	2	1	9	4	1	4	3		2	3
タイ	5	12	7	9	1	3	10	3	3		2
ベトナム	5	1	6	7	3	3	8	6	2	3	

(出所) JETRO 日本貿易振興機構 「ASEAN・メコン地域の最新物流・通関事情（2013年6月）」⁽³³⁾より作成

⑫ デポから輸出企業への輸送日数

デポから輸出企業への輸送日数は、既存研究である青島大志（2006 年 3 月）「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」⁽¹²⁾ より、1[日]を引用した。

⑬ 輸入企業からデポへの輸送日数

輸入企業からデポへの輸送日数は、デポから輸出企業への輸送日数と同様に、既存研究である青島大志（2006 年 3 月）「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」⁽¹²⁾ より、1[日]を引用した。

⑭ デポの運営費

デポの運営費は、既存研究である青島大志（2006 年 3 月）「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」⁽¹²⁾ より、1,400,000,000[円]を引用した。

⑮ パレットの需要量

パレットの需要量は、3 章の日本及び ASEAN 諸国の貨物流動量の現状で Global Trade Atlas⁽²⁰⁾ より調べた貨物流動量を用いた。その中で、ASEAN 諸国における 2013 年以降のデータは変動の可能性があるため、概ね確定値である 2012 年の貨物流動量のデータを参照した。

また本研究では、対象とするパレットに積載可能な HS コードの設定を行ったが、ヒアリングにおいて、パレットプールシステムにあたり「第 31 類：肥料」はパレットを別で運用する必要があることが分かった。したがって、「第 31 類：肥料」とその他の 2 通りのパレットプールシステムの導入の検討を行った。肥料以外の貨物流動量については、数量の単位が他と異なるため、「第 22 類：飲料、アルコール及び食酢」は対象から外した。

パレットの需要量を算出するに当たり、品目別のパレット積載量のデータが存在しないため、1 パレットに 1t の貨物を積載したと仮定し、パレットの需要量を算出した。

パレットに積載可能な品目（肥料以外）のパレット需要量を表 6.6 に、肥料におけるパレットの需要量を表 6.7 に示す。

表 6.6 パレットに積載可能な品目（肥料以外）のパレットの需要量

（単位：枚）

	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	日本	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
ブルネイ		29	24,901	110,767	0	345,814	144	7,483	171,577	87,938	4,901
カンボジア	1		156,461	37,142	4,219	55,740	107	5,339	39,506	214,714	127,516
インドネシア	798	3,438		6,489,764	2,718	2,064,675	62,344	280,041	2,768,852	4,847,876	1,061,607
日本	0	3,884	4,534,124		48,631	2,407,661	129,379	2,939,600	2,536,771	8,664,812	2,570,360
ラオス	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
マレーシア	4,082	126,691	4,951,286	4,132,001	30		140,794	362,283	2,542,670	4,664,086	1,441,245
ミャンマー	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
フィリピン	9	126	1,312,782	1,465,158	25	793,633	23,166		621,459	1,615,975	558,244
シンガポール	4,112	10,109	2,934,909	2,791,515	4,068	4,672,131	36,006	275,591		1,200,043	593,540
タイ	421	132,339	1,966,581	13,587,423	600,113	1,938,983	131,759	945,682	1,513,018		697,509
ベトナム	212	467,589	1,146,443	2,626,678	397,374	1,292,017	104,182	240,715	788,645	2,071,078	

（出所）Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成

表 6.7 肥料におけるパレットの需要量

（単位：枚）

	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	日本	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
ブルネイ		0	0	0	0	834	0	0	5,689	0	0
カンボジア	0		600	14,002	0	1,493	0	5,910	0	78,891	149,856
インドネシア	0	0		16,544	0	206,017	0	221	3,117	43,390	12,479
日本	0	0	12,649		0	122,331	0	1,619	0	17,727	17,277
ラオス	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
マレーシア	297	300	68,848	219,535	0		807	6,216	9,181	17,895	98,307
ミャンマー	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
フィリピン	0	0	102,148	102,474	0	135,964	0		50,328	9,554	143,618
シンガポール	0	0	222	391	0	5,278	0	315		295	6
タイ	0	0	39,187	32,566	12,901	456,281	0	87,054	97		51,832
ベトナム	0	0	3,724	305,333	34,645	16,459	0	326,326	4	9,720	

（出所）Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」⁽²⁰⁾ より作成

7. パレットプールシステムの導入における検討結果

7.1 パレット積載可能な 34 品目におけるパレットプールシステムの検討結果

ここでは、パレットに積載可能な HS コードの内、「第 31 類：肥料」及び「第 22 類：飲料、アルコール及び食酢」を除く全ての HS コードについてパレットプールシステムの導入に向けた利益最大化の定式化による算出結果を下記に示す。

- ① 利益（BNF）：32,170,300,000[円/年]
- ② 収入（INC）：88,764,800,000[円/年]
- ③ 支出（EXP）：56,594,500,000[円/年]
- ④ パレットの保有枚数（PH）：22,035,800[枚/年]

パレットプールシステムにおける収入が 887 億 6,480 万円、支出が 565 億 9,450 万円となり、利益は 321 億 7,030 万円となった。利益がプラスであることにより、パレットプールシステムの導入の可能性があることが分かった。

また、パレットの保有枚数は年間で 2,203 万 5,800 枚が必要となることが分かった。
次に、パレットの流動について示す。

まず、輸出企業から輸入企業へのパレットの流動量を表 7.1 及び図 7.1 に示す。

表 7.1 及び図 7.1 より、全体の傾向として、1,000 万枚以上のパレットの流動はタイから日本へのみであり、小さな流動量を除くと概ね 50 万枚から 1,000 万枚で流動していることが分かる。また、貨物流動量に合わせたパレットの流動量をみると、タイ・マレーシア・インドネシア・日本を中心として多く輸出入があることが分かる。

表 7.1 輸出企業から輸入企業へのパレットの流動量

（単位：枚）

	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	日本	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
ブルネイ		29	24,901	0	0	345,814	0	7,483	171,577	87,938	4,901
カンボジア	1		156,461	37,142	4,219	55,740	107	5,339	39,506	214,714	127,516
インドネシア	798	3,438		5,935,140	2,718	2,064,680	62,344	280,041	2,768,850	4,847,880	1,061,610
日本	0	3,884	4,534,120		48,631	2,407,660	129,379	2,939,600	2,536,770	8,664,810	2,570,360
ラオス	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
マレーシア	4,082	126,691	4,951,290	0	30		140,794	362,283	2,542,670	4,664,090	1,441,250
ミャンマー	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
フィリピン	9	126	1,312,780	131,315	25	793,633	23,166		621,459	1,615,980	558,244
シンガポール	4,112	10,109	2,934,910	2,303,900	4,068	4,672,130	36,006	275,591		1,200,040	593,540
タイ	421	132,339	1,966,580	13,587,400	600,113	1,938,980	131,759	945,682	1,513,020		697,509
ベトナム	212	467,589	1,146,440	1,840,310	397,374	1,292,020	104,182	240,715	788,645	2,071,080	

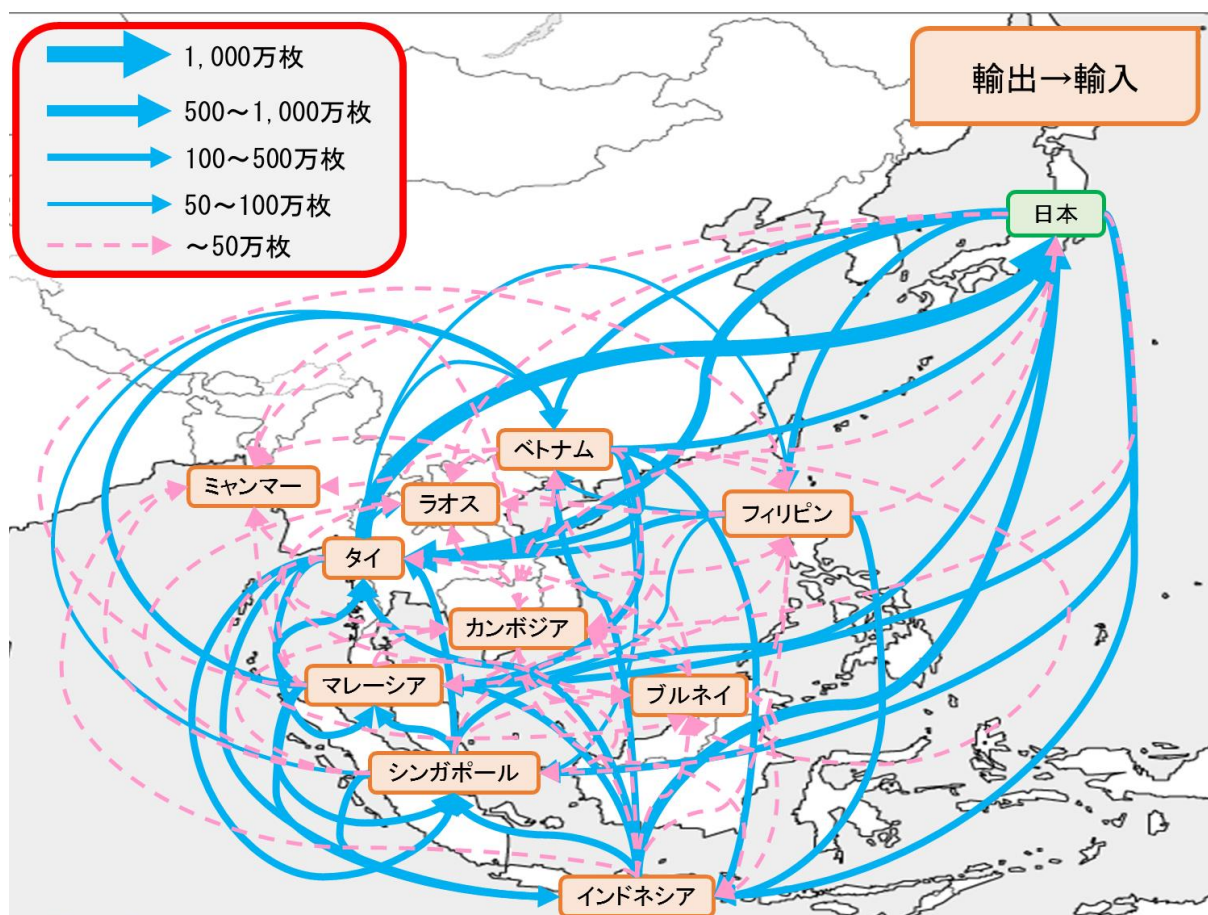


図 7.1 輸出企業から輸入企業へのパレットの流動量

次に、輸入企業からデポへのパレットの流動量を図 7.2 に示す。また、デポ間の移動におけるパレットの流動量を図 7.3 に示す。

図 7.2 より、表 7.1 及び図 7.1 の輸出企業から輸入企業におけるパレット流動量に合わせて、輸入企業からデポへの流動量はタイ・マレーシア・インドネシア・日本での取扱量が多く、1,400 万枚以上であることが分かった。

一方で、図 7.2 及び図 7.3 をみると、ミャンマーとラオスにおいては、輸出入の実績があるものの、デポへ入ることなく、他のデポへ横持ちすることが分かる。ミャンマーではブルネイへ横持ちし、ラオスではシンガポールへ横持ちすることが分かる。

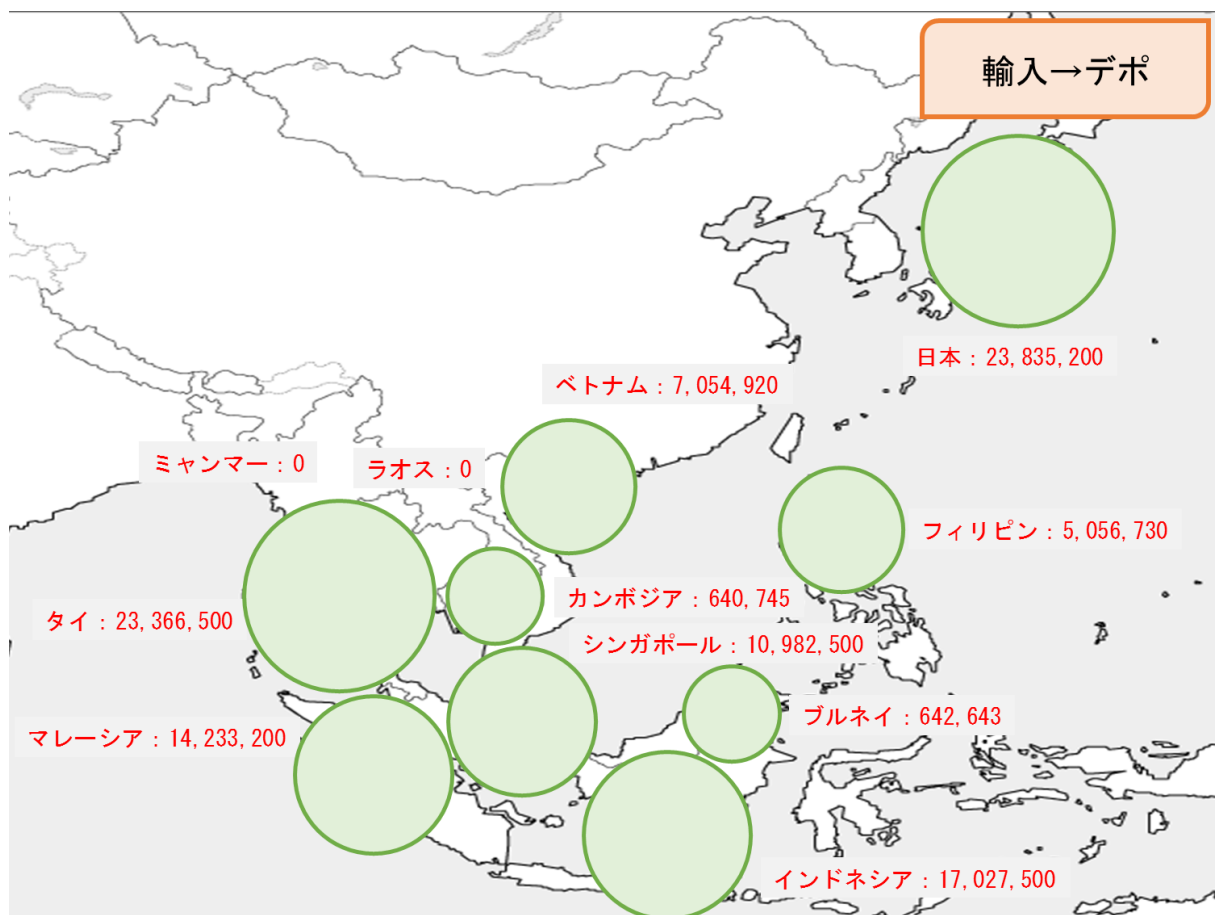


図 7.2 輸入企業からデポへのパレットの流動量

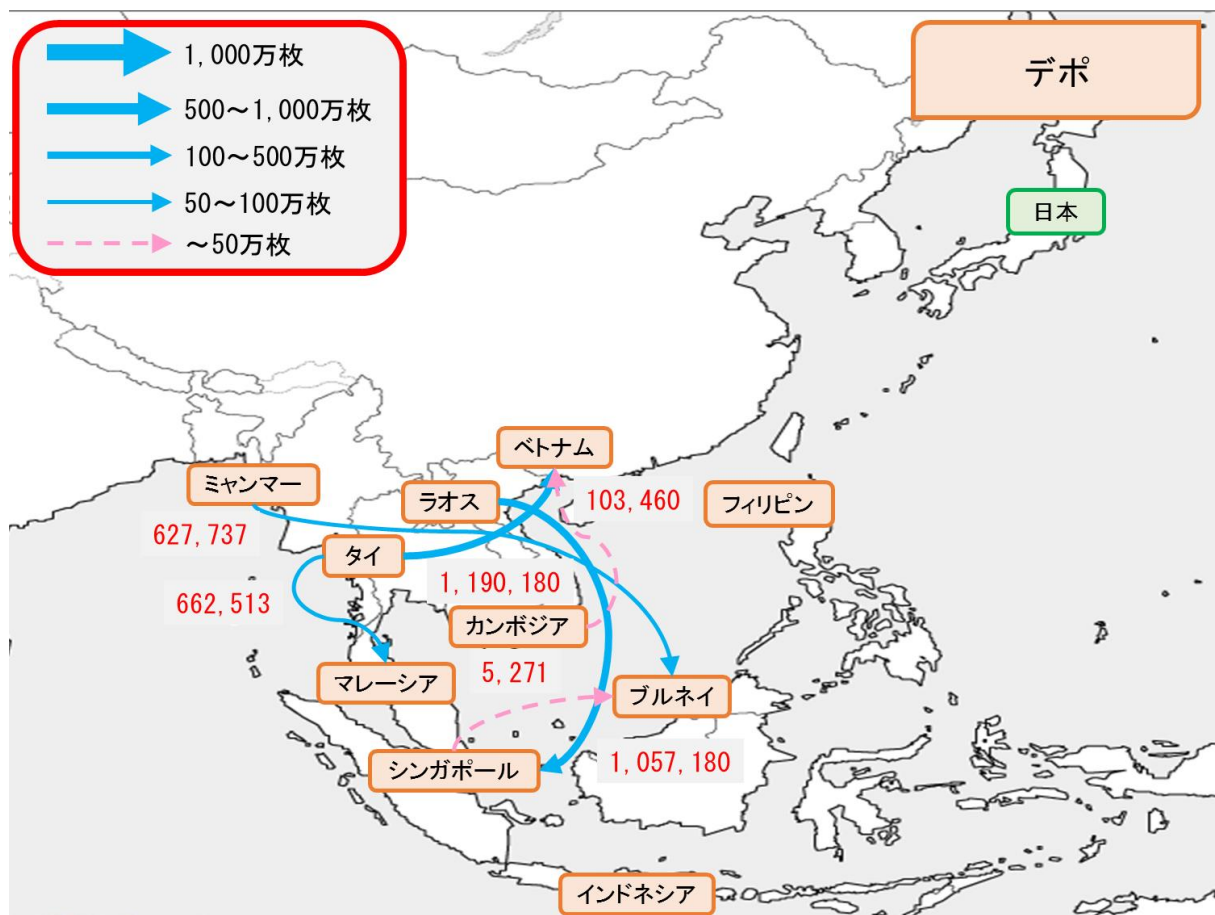


図 7.3 デポ間の移動におけるパレットの流動量

最後に、デポから輸出企業へのパレットの流動量を図 7.4 に示す。

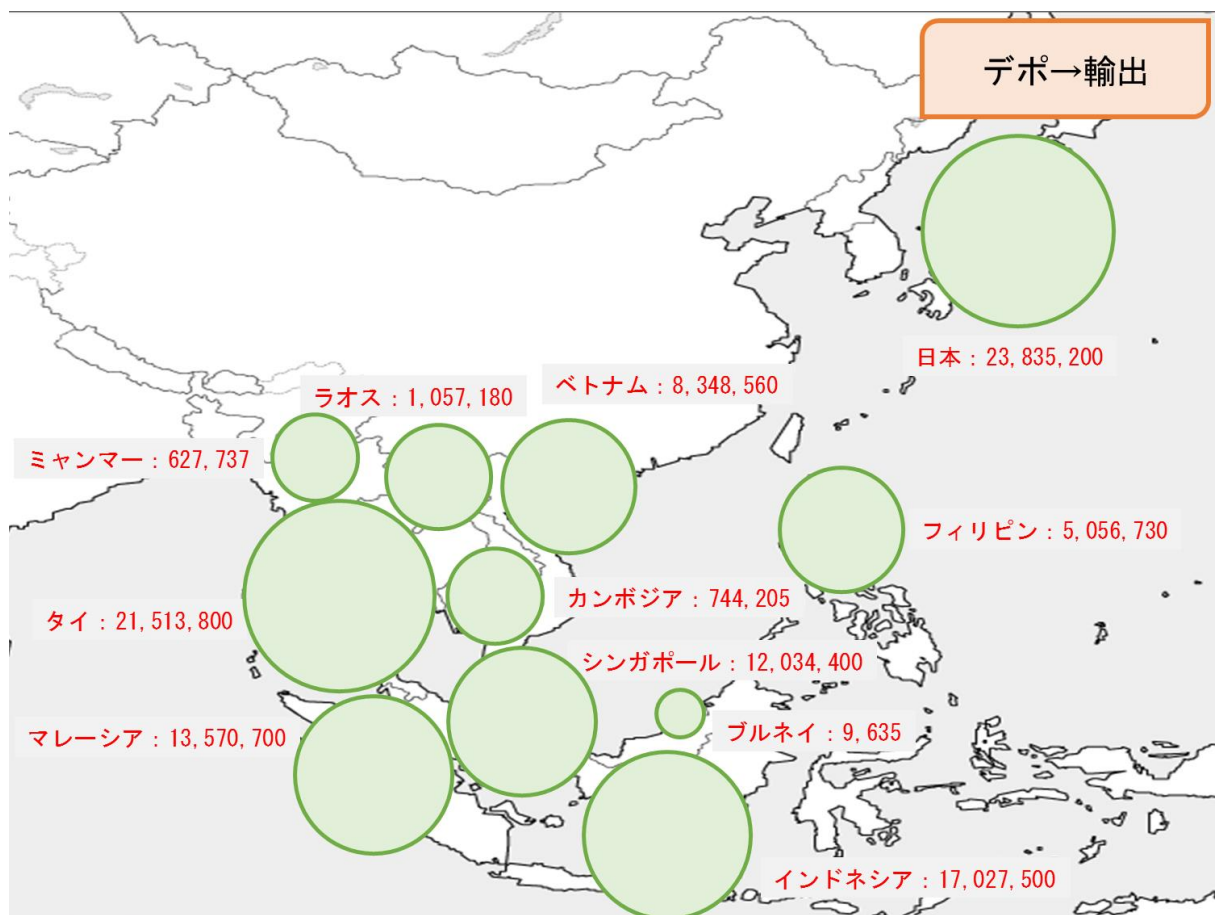


図 7.4 デポから輸出企業へのパレットの流動量

7.2 肥料におけるパレットプールシステムの検討結果

本研究では、パレットに積載可能な HS コードを設定した。パレットプールシステムの導入にあたり、「第 31 類：肥料」はパレットを他の HS コードを共有できないため、「第 31 類：肥料」のみでパレットプールシステムの導入に向けた利益最大化の定式化による算出を行った。その算出結果を下記に示す。

- ① 利益 (BNF) : 676,932,000 [円/年]
- ② 収入 (INC) : 2,152,210,000 [円/年]
- ③ 支出 (EXP) : 1,475,280,000 [円/年]
- ④ パレットの保有枚数 (PH) : 549,853 [枚/年]

パレットプールシステムにおける収入が 21 億 5,221 万円、支出が 14 億 7,528 万円となり、利益は 6 億 7,693 万 2,000 円となった。このことより、肥料においてもパレットプールシステムの導入の可能性があることが分かった。

また、パレットの保有枚数は年間で 54 万 9,853 枚が必要となることが分かった。

次に、パレットの流動について示す。

まず、輸出企業から輸入企業へのパレットの流動量を表 7.2 及び図 7.5 に示す。

表 7.2 及び図 7.5 より、全体の傾向をみると、ベトナムやタイ・マレーシア・インドネシア・フィリピンを中心として輸出入が多く行われている傾向が分かる。

また、パレットの流動量では、10 万枚～50 万枚と 1 万枚以下での流動量が多いことが

みてとれる。

表 7.2 輸出企業から輸入企業へのパレットの流動量

(単位：枚)

	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	日本	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
ブルネイ		0	0	0	0	834	0	0	5,689	0	0
カンボジア	0		600	0	0	1,493	0	5,910	0	78,891	149,856
インドネシア	0	0		0	0	206,017	0	221	3,117	43,390	12,479
日本	0	0	12,649		0	122,331	0	1,619	0	17,727	17,277
ラオス	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
マレーシア	297	300	68,848	185,554	0		807	6,216	9,181	17,895	98,307
ミャンマー	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
フィリピン	0	0	102,148	0	0	135,964	0		50,328	9,554	143,618
シンガポール	0	0	222	0	0	5,278	0	315		295	6
タイ	0	0	39,187	0	12,901	456,281	0	87,054	97		51,832
ベトナム	0	0	3,724	0	34,645	16,459	0	326,326	4	9,720	

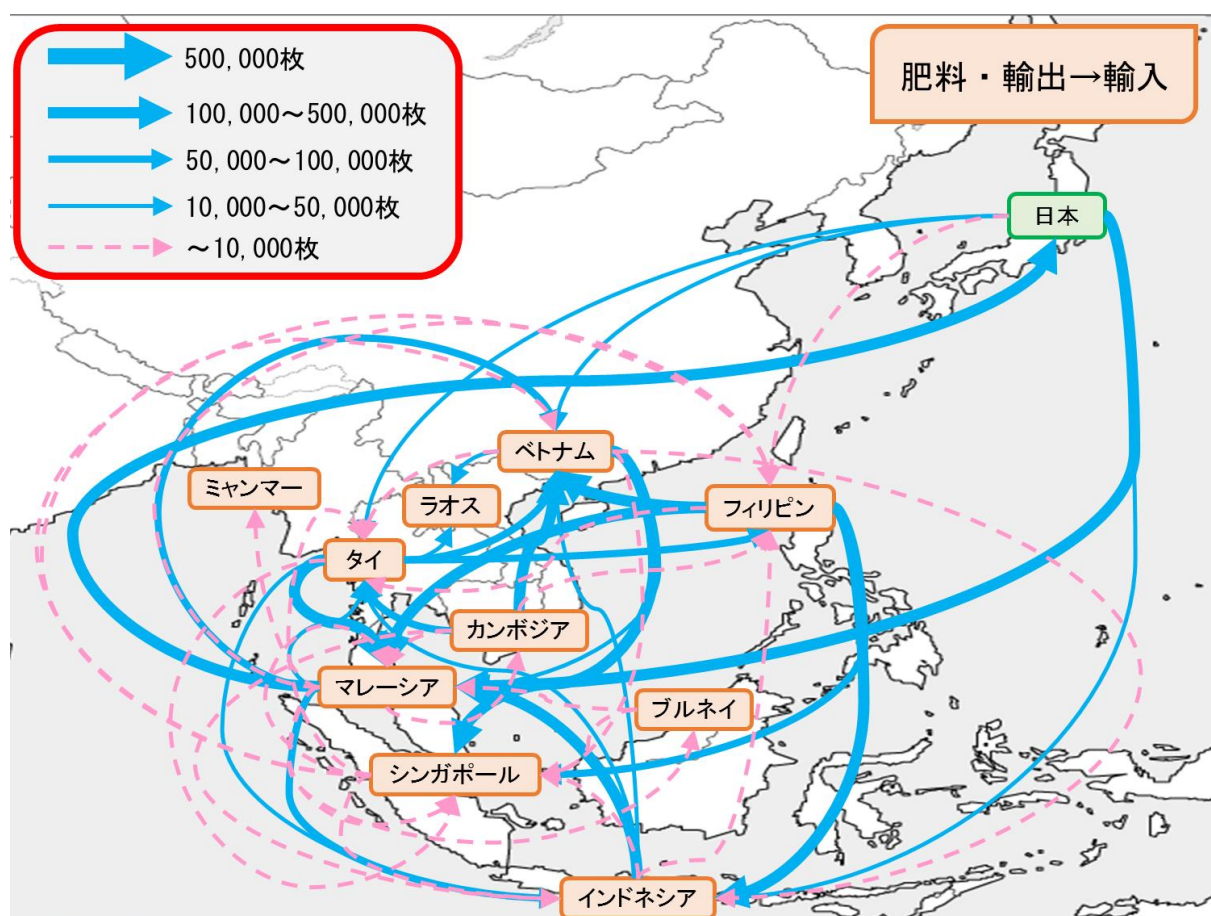


図 7.5 輸出企業から輸入企業へのパレットの流動量

次に、輸入企業からデポへのパレットの流動量を図 7.6 に示す。また、デポ間の移動におけるパレットの流動量を図 7.7 に示す。

図 7.6 より、図 7.5 の流動量と同様に、ベトナムやタイ・マレーシア・フィリピン・インドネシア・日本での取扱量が多く、15 万枚以上であることが分かった。

デポ間の移動量では、特にマレーシアからシンガポール・タイ、シンガポールからカンボジアの移動量が多く、10 万枚以上であることが分かった。

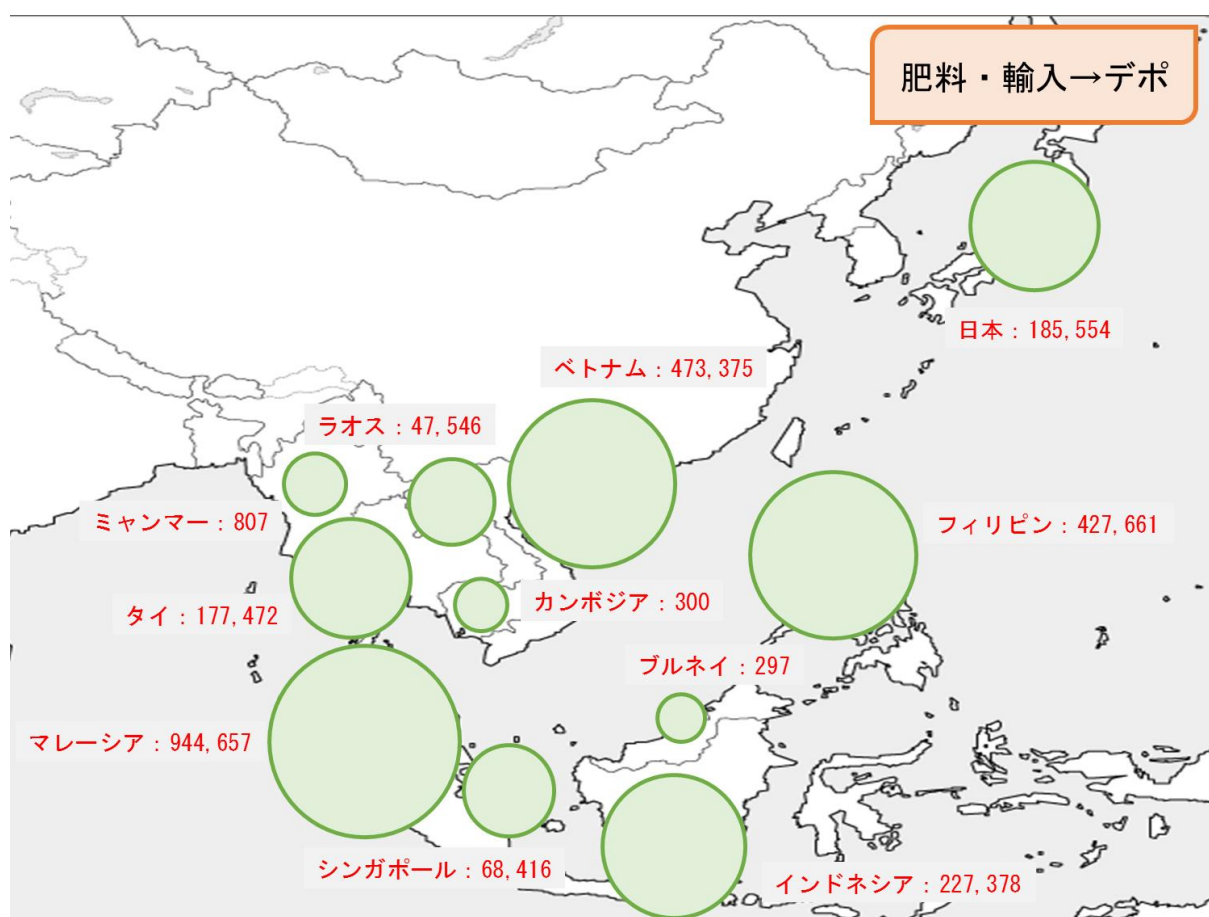


図 7.6 輸入企業からデポへのパレットの流動量

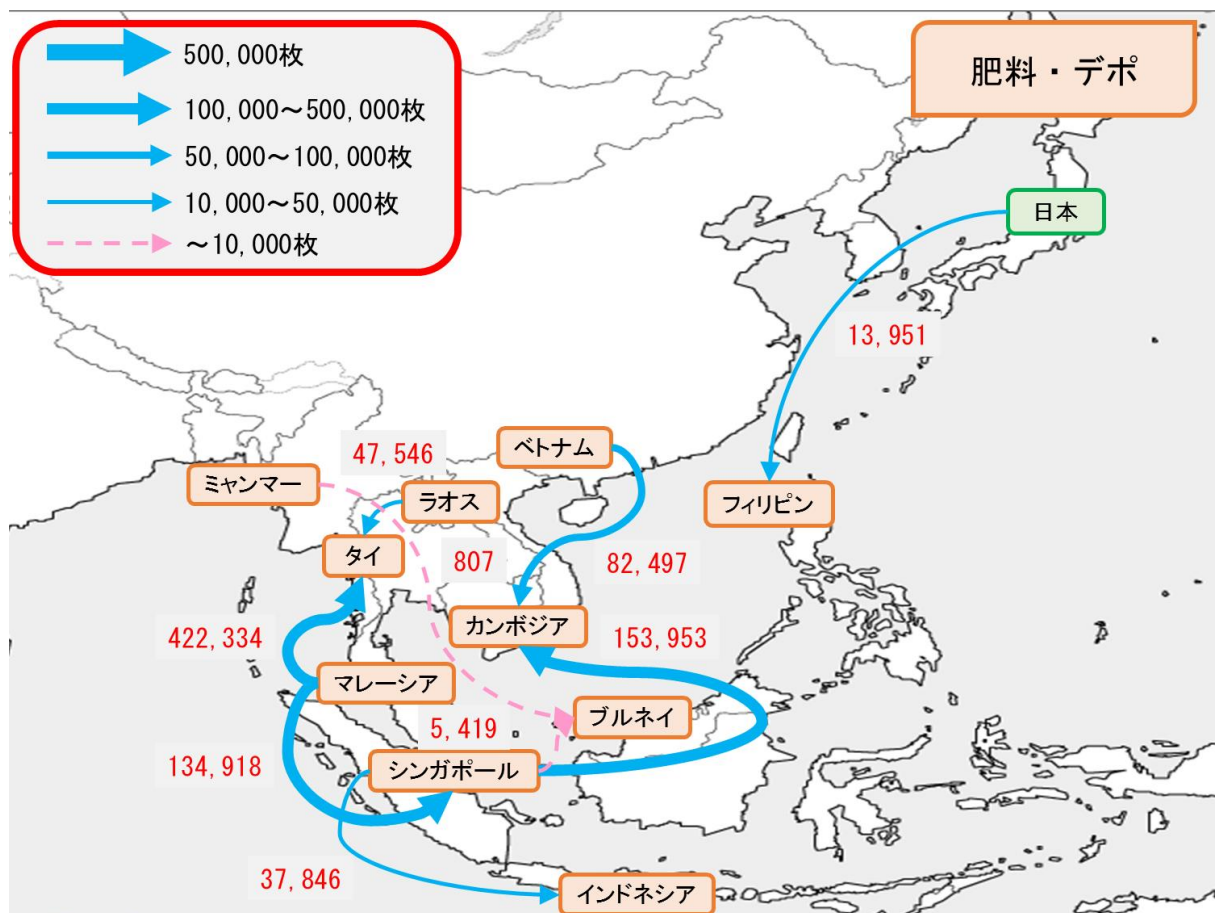


図 7.7 デポ間の移動におけるパレットの流動量

最後に、デポから輸出企業へのパレットの流動量を図 7.8 に示す。

図 7.8 より、ミャンマーやラオスを見ると、0 となっており、輸出の際に足りない分においては他国よりデポの出荷を行うことが分かった。

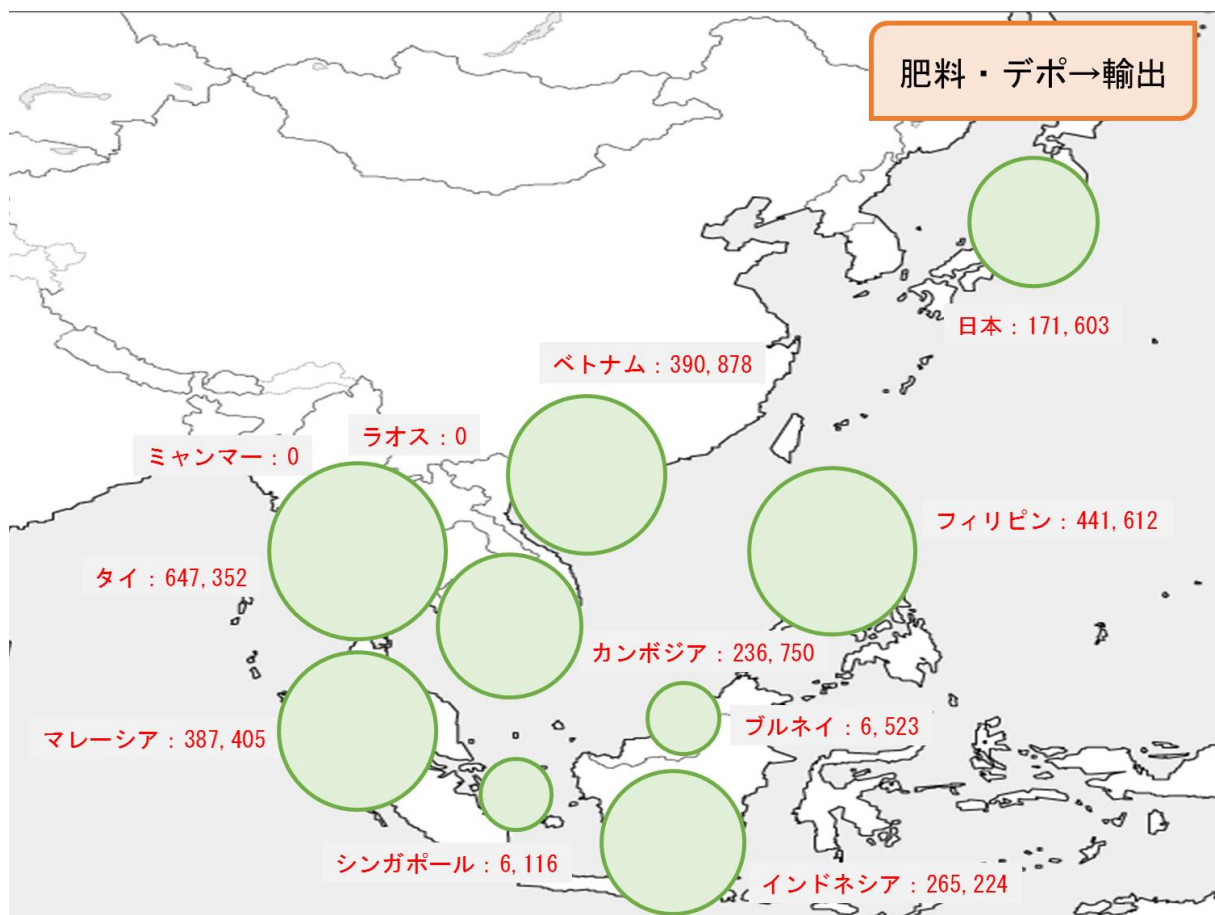


図 7.8 デポから輸出企業へのパレットの流動量

7.3 パレットプールシステムの導入国の決定に関する検討結果

7.1 及び 7.2 の結果を踏まえ、ここではパレットプールシステムをどの国で行うのが良いのか、貨物流動量やパレットプールシステムの定式化による算出結果より考察を行う。

パレットプールシステムの定式化による算出結果より、パレットプールシステムの導入に際して、デポ間でのパレットの移動はあまり多くは行われずに循環をさせられることが分かった。したがって、貨物流動量が多い、つまりパレットの流動量が多い国、そして両国間の流動量の不均衡による空パレットの無駄な回送が生じないように、流動量の多い国間において優先的にパレットプールシステムの導入を行っていくことが望ましいと考えられる。「肥料を除いた HS コード全体」「肥料」の 2 つのパレットプールシステムの導入に向けた算出結果より、タイ・マレーシア・インドネシア・フィリピン・日本を中心としてパレットプールシステムの導入を行うことが良いと考える。

しかしながら、本研究における検討では、導入における課題が 2 つ考えられる。

1 つ目は、パレットサイズの違いによる統一化である。日本では T-11 型 (1,100 mm × 1,100 mm) が主流であるが、タイを中心とする ASEAN 諸国では 14 型 (1,400 mm × 1,100 mm) のパレットが主流となっている。このことから、日本及び ASEAN 諸国間におけるパレットプールシステムを導入するにあたり、日本との標準化を図る上で統一化が課題となる。

2 つ目は、導入における投資額が大きいことから、1 企業での実現は難しいことが挙げられる。導入においてパレットは約 2,260 万枚必要であり、導入コストが高くなることが考

えられる。また、パレットプールシステムにはデポが必要となり、設備にも投資が必要となる。このことから、パレットプールシステムの導入において、日本及び ASEAN 諸国の行政等の協力・支援が必要であると考ええる。

7.4 パレットプールシステムの事業利益に影響を与える項目の検討

パレットプールシステムの導入に向けて、本研究における事業利益の最大化による定式化から、自社により変更が可能な項目と変更が出来ない項目に分類し、事業利益の拡大の可能性について考察を行う。

パレットプールシステムにおける事業利益に影響を与える項目を表 7.3 に示す。

表 7.3 より、収入においては、「パレットレンタルのレンタル料」はレンタル会社の運営側が決定するため変更が可能である。一方で、輸送量及び輸出企業から輸入企業への輸送日数は自社により変更が出来ない。

支出においては、「デポから輸出企業への配送費」「デポ間の輸送費」「輸入企業からデポへの集荷費」は自社の輸送方法等により削減が可能であることから、空パレットの回送費は削減することが出来ると考える。また、パレットの保有枚数の構成項目である「デポから輸出企業への輸送日数」「輸入企業からデポへの輸送日数」「デポ間の輸送日数」「輸出企業での滞留日数」「輸入企業での滞留日数」「デポでの滞留日数」については運営側による輸送方法の改善やパレットの在庫管理等により削減が可能となるため、全体におけるパレットの保有枚数も削減することは可能であると考ええる。パレットの保有枚数が削減されるとパレットの整備費が削減できると考える。パレットの減価償却費についても「パレットの購入費」は変更することが難しい一方で、「パレットの耐用年数」は自社のパレット整備によって耐用年数を伸ばすことが可能であるため、パレットの減価償却費についても削減することは可能であると考ええる。

したがって、収入については国際輸送におけるパレットプールシステムにおいて各国の物価指数等を考慮し適正なレンタル料を設定することにより安定した収入を得られると考えることが出来る。支出では、空パレットの回送費・パレットの整備費・パレットの減価償却費が削減することが可能であることが分かる。以上より、収入の増加及び支出の削減により、今後より事業利益を増加することが可能であると考えられる。

表 7.3 パレットプールシステムにおける事業利益に影響を与える項目

	自社により変更が可能な項目	自社により変更が出来ない項目
収入		
	パレットレンタルのレンタル料 (PR)	輸送量 (x)
		輸出企業から輸入企業への輸送日数 (TMEI)
支出		
空パレットの回送費 (PFC)	デポから輸出企業への配送費 (TC ₁)	輸送量 (x)
	デポ間の輸送費 (TC ₂)	
	輸入企業からデポへの集荷費 (TC ₃)	
パレットの整備費 (MC)	デポから輸出企業への輸送日数 (TMDE)	輸出企業から輸入企業への輸送日数 (TMEI)
	輸入企業からデポへの輸送日数 (TMID)	
	デポ間の輸送日数 (TMDD)	
	輸出企業での滞留日数 (TME)	
	輸入企業での滞留日数 (TMI)	
	デポでの滞留日数 (TMD)	
パレットの減価償却費 (DPC)	パレットの耐用年数 (LY)	パレットの購入費 (PC)

次に、表 7.3 で分類した自社により変更が可能な項目より、事業利益に影響をどの程度与えるのか、各項目について感度分析を行った。その結果を表 7.4 に示す。

感度分析では、収入における変更可能な項目では 10%増加させた場合、支出における変更可能な項目では 10%減少させた場合に事業利益にどの程度の影響を与えるのかを算出した。表 7.4 の結果より、事業利益に最も影響を与えるのは、「パレットレンタルのレンタル料 (PR)」を値上げすることであり、増加率は 34 品目におけるパレットプールシステムの利益である 321 億 7,030 万円に比較し、410 億 5,820 万円と 128%の増加率となることが分かる。したがって、パレットプールシステムの導入に向けて、「パレットレンタルのレンタル料」の適正化を行うことが、事業利益に影響を与え、事業の継続性に繋がると考える。

表 7.4 事業利益に影響を与える項目における感度分析の結果

変動項目	変動値	事業利益（BNF）	増加率
パレットレンタルのレンタル料（PR）	10%増	410億5,820万円	128%
デポから輸出企業への配送費（TC ₁ ）	10%減	343億4,650万円	107%
デポ間の輸送費（TC ₂ ）	10%減	322億2,750万円	100%
輸入企業からデポへの集荷費（TC ₃ ）	10%減	343億4,650万円	107%
デポから輸出企業への輸送日数（TMDE）	10%減	321億8,640万円	100%
輸入企業からデポへの輸送日数（TMID）	10%減	321億8,640万円	100%
デポ間の輸送日数（TMDD）	10%減	321億7,210万円	100%
輸出企業での滞留日数（TME）	10%減	286億2,130万円	89%
輸入企業での滞留日数（TMI）	10%減	287億1,830万円	89%
デポでの滞留日数（TMD）	10%減	322億3,690万円	100%
パレットの耐用年数（LY）	10%減	331億520万円	103%

8. 結論

8.1 まとめ

本研究では、まず ASEAN 諸国及び日本における金額及び数量ベースで品目別に貨物流動量の現状把握を行った。現状把握では、ASEAN 諸国及び日本における、34 品目及び肥料のどちらにおいても二国間での貨物流動があることが分かり、パレットプールシステムの導入が可能であることが分かった。

次に、貨物流動量の現状把握をもとに事業利益を最大とした定式化を行い、パレットプールシステムの導入における検討を行った。

パレットプールシステムの導入による利益は、約 329 億円となり、パレットの年間における必要枚数は約 2,260 万枚であった。このことより、ASEAN 諸国及び日本によるパレット積載可能な貨物において、パレットプールシステムの導入の可能性があることが分かった。

パレットプールシステムの導入においては、デポ間における無駄な回送をなるべくなくし効率的にパレットを運用することが望ましく、パレットの流動量の多いタイ・マレーシア・インドネシア・フィリピン・日本を中心として優先的に展開をしていくことが良いと考えられる。

また、パレットプールシステムの事業利益に影響を与える項目の検討結果より、利益最大を考慮するにあたり、レンタルパレット業者の観点から収入を増やし、支出を減らすことで利益をより増やすことが可能である。収入においては、レンタルパレットのレンタル料の適正化を行うことで安定的な収入を得ることが出来る。支出においては、パレットの在庫管理やパレット流動の適正化を図ることによって無駄な滞留等を防ぐことができ、またパレットの整備を行うことで耐用年数を長くし支出を減らすことが可能である。このことから、パレットプールシステムの導入の可能性において、収入及び支出の面からも考え、適正な価格設定を行うことが必要となることが分かった。

本研究では、事業利益最大化を目的とし、レンタルパレット業者の観点から検討を行った。一方で、レンタルパレットを利用する企業側のメリットとして、4.2 で示した通り「荷役作業時間の削減」「人件費の削減」が挙げられるが、デメリットとしては「積載率の低下」が挙げられる。したがって、パレットプールシステムの導入に向けて、事業利益最大化に視点をおくだけでなく、レンタルパレットを利用する企業側への利用促進を踏まえ事業を行っていく必要があると考える。

8.2 今後の課題

本研究では、2012 年の統計データを基に試算を行った。また、ASEAN 諸国における物価指数の違いが考慮されていない。今後は 2016 年以降の需要量の予測や ASEAN 及び日本における物価の違いを考慮した上で定量的に試算を行い、より詳細な事業利益を算出する必要がある。

また、ASEAN 諸国、特にメコン地域ではインフラ整備が急速に進んでいる他、ASEAN 経済共同体 (AEC) による通関手続きの簡素化等が進められている。このようなインフラ整備により、今後 ASEAN 地域の物流がより活発になることが予測され、インフラ整備の発展を踏まえた検討を行いたい。

本研究で用いたパレットプールシステムの概要は、現在研究が進められている「コンテナラウンドユース」による空コンテナの回送にも適用可能であると考えられる。そのため、パレットプールシステムの導入の検討と同時に、パレットを積載するコンテナの流動についても検討していく必要があると考える。

謝辞

研究及び論文の作成にあたり、多大なご協力と有益な示唆をいただいた方々に、感謝の意をここで示し、厚くお礼を申し上げます。

本研究室の黒川久幸教授には、2012 年の 9 月より約 3 年半お世話になり、多くのご指導ご鞭撻に心から感謝申し上げます。

そして、タイを中心とした日本及び ASEAN 諸国への輸出入におけるレンタルパレット導入の可能性に関する研究の共同研究におきまして多くのご指導とご協力をいただいた、川島孝夫教授、岡部利文様、花輪太郎様、古谷英貴様、森下泰成様、佐藤修司様、武田邦生様、弘中政士様、澤田浩司様、村嶋英一様、谷信様、西澤健寿様、光田壘様、宮田文弘様、早川直樹様、Phatcharanan Loetchaison 様、天沼聖一様、手塚俊仁様、酒井拓司様、大久保文博様、蒲田亮平様、水谷俊博様、長谷場純一郎様、伊藤博敏様、柴原英樹様に深く感謝申し上げます。また、論文の作成にあたり多くの助言をいただきました本研究室所属の学生に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 国土交通省「全国貨物純流動調査（物流センサス） 第9回 2010年調査全国貨物純流動調査の結果概要」（2014/11/02 アクセス）
<http://www.mlit.go.jp/common/000209693.pdf>
- (2) 厚生労働省「日本の人口の推移」（2014/10/20 アクセス）
<http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/shakaihoshou/dl/07.pdf>
- (3) 一般社団法人日本貿易会「日本の貿易の現状と課題」（2014/11/03 アクセス）
http://www.jftc.or.jp/kids/kids_news/japan/kadai.html
- (4) 日本総合研究所「改善進むアジア進出企業の収益構造」（2014/11/03 アクセス）
<http://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/research/pdf/6494.pdf>
- (5) 財務省関税局「貿易相手国上位10カ国の推移（輸出入総額：年ベース）」（2014/11/02 アクセス）
<http://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/data/y3.pdf>
- (6) 国際協力銀行「わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査報告」（2014/11/02 アクセス）
https://www.jbic.go.jp/wp-content/uploads/press_ja/2013/11/15775/2013_survey.pdf
- (7) THE WORLD BANK Logistics Performance Index「LPI Report」（2014/08/18 アクセス）
http://lpi.worldbank.org/sites/default/files/LPI_Report_2014.pdf
- (8) 日本貿易振興機構（ジェトロ）海外調査部
「第1回～第23回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較」（2013/06/04 アクセス）
<http://www.jetro.go.jp/world/asia/reports/07001125>
http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07001392/investment_cost_no23.pdf
- (9) 斎藤勝彦、久保雅義（1996年）「パレタイズ貨物の荷崩れ防止対策に関する基礎的研究」
『日本航海学会論文集』96、pp275～282、日本航海学会
- (10) 松山健太郎、黒川久幸、鶴田三郎（2003年）「パレットレンタルシステムにおけるデポの運営改善に関する研究」
『日本物流学会誌』11、pp97～104、日本物流学会
- (11) 松山健太郎（2004年）「パレットレンタルシステムにおける輸送ネットワーク形態の特徴に関する研究」 東京海洋大学
- (12) 青島大志（2005年）「パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究」 東京海洋大学
- (13) 加納俊宏（2013年）「メーカーと小売業との商取引の見直しによる一貫パレチゼーションの導入効果に関する研究」 東京海洋大学
- (14) 日本貿易振興機構（ジェトロ）「基本的な貿易制度に関するQ&A HSコード」（2014/11/10 アクセス）
http://www.jetro.go.jp/world/qa/t_basic/04A-010701

- (15) 経済産業省「EPA/FTA/投資協定：物の輸出入」（2016/01/22 アクセス）
http://www.meti.go.jp/policy/trade_policy/epa/process/i-step2.html
- (16) 公益財団法人 日本関税協会「webEXPORT STATISTICAL 2014-01」
(2014/07/22 アクセス)
<http://www.kanzei.or.jp/statistical/expstatis/headline/hsldig/e/1>
- (17) 日本貿易振興機構（ジェトロ）「ASEAN10 カ国貿易統計（2000 年～2009 年）」
(2014/05/01 アクセス)
<http://www.jetro.go.jp/world/asia/asean/#basic>
- (18) 日本貿易振興機構（ジェトロ）「ASEAN10 カ国貿易統計（2010 年～）」
(2014/05/01 アクセス)
<http://www.jetro.go.jp/world/asia/asean/#basic>
- (19) 日本貿易振興機構（ジェトロ）「ASEAN の域内貿易マトリックス」
(2014/05/01 アクセス)
http://www.jetro.go.jp/world/asia/asean/data/asean_stat08_0907a.pdf
- (20) Global Trade Information Services, Inc. 「Global Trade Atlas」
(2014/11/30 アクセス)
<http://www.worldtradestatistics.com/gta/>
- (21) 次世代 EDI 推進協議会 「EDI について」（2014 年 1 月 28 日 アクセス）
<http://www.jipdec.or.jp/archives/jedic/edi/about.html>
- (22) 日本パレットレンタル株式会社 「物流基礎知識 一貫パレチゼーション」（2014 年 1 月 28 日 アクセス）
<http://www.jpr.co.jp/knowledge/info/info09.html>
- (23) JMR 生活総合研究所「マーケティング用語集 一貫パレチゼーション」（2016/01/25 アクセス）
<http://www.jmr1si.co.jp/knowledge/yougo/my07/my0709.html>
- (24) 流通経済大学「物流システムにおける輸送容器の効率的運用に関する検討ーパレットプールシステムの有効性の検証ー」（2016/01/26 アクセス）
http://www.rku.ac.jp/pdf/about/data/organizations/laboratory/distribution06_06.pdf
- (25) 相互運輸株式会社「海上コンテナの寸法の目安」（2016/01/26 アクセス）
<http://www.sogo-unyu.co.jp/useful/>
- (26) 株式会社イー・ロジット 「物流ニュース 日本パレットレンタル／軽油高でレンタルパレット利用料金を改定」（2016/01/07 アクセス）
<http://www.e-logit.com/loginews/20080729x04.php>
- (27) 山崎純大（2008 年 2 月 28 日出版）『パレットで物流が変わる』ダイヤモンド社発行，pp142～143
- (28) 三甲株式会社 「プラスチックパレットの優位性」（2016/01/07 アクセス）
<http://www.sanko-kk.co.jp/consulting/report/palette/>
- (29) 経済産業省「諸工業実態基本調査 中小企業の商品（製品）回転率」（2016/01/19 アクセス）

- <http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syokozi/result-2/h2c5kcaj.html>
- (30) 社団法人日本物流団体連合会「平成 18 年度実施「物流サービスに係わる内外価格差調査」報告」(2016/01/26 アクセス)
<http://www.butsuryu.or.jp/images/pdf/news/133.pdf>
- (31) 大矢晶浩 (2014 年 4 月 1 日)『月間 LOGI-BIZ 運賃値上げ実勢トラック運賃調査 2014』ライノス・パブリケーションズ発行、pp16～17
- (32) 日本パレットレンタル株式会社「PT-11 型パレット」(2016/01/26 アクセス)
<https://www.jpr.co.jp/service/pallet/plastic/pt11.html>
- (33) JETRO 日本貿易振興機構「ASEAN・メコン地域の最新物流・通関事情 (2013 年 6 月)」(2015/12/06 アクセス)
https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/report/07001403/asean_logistics.pdf
- (34) 東京工業大学学位論文データベース「海上コンテナ輸送の時間費用」(2016/01/24 アクセス)
<http://tdl.libra.titech.ac.jp/hkshi/xc/contents/pdf/117075729/7>
- (35) OOCL「本船スケジュール Rate Tariff Search」(2016/01/24 アクセス)
http://moc.oocl.com/party/sailingschedule/ss_expresslink2.jsf;jsessionid=744dabae772da02745dde30d351f1131d84093b802775c2e2b934eb1de455173.e38Nbx4Nc30La000ahuNbxuRbi0?&ANONYMOUS_TOKEN=pckSqWvXjQfTkHfqW0mnMCC0OCL&ENTRY=MCC&ENTRY_TYPE=OOCL&PREFER_LANGUAGE=ja-JP
- (36) 中川圈司 (2014 年 12 月 20 日)『2015 年版 国際輸送ハンドブック』株式会社オーシャンコマース発行、pp324～405